

التلوث البترولى

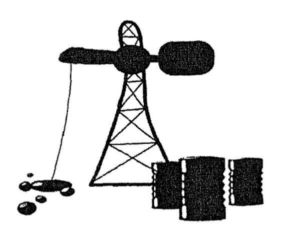
Petroleum Pollution



الملوثات البترولية
التاثيرات البيئية والصحية
طرق التحكم والسيطرة

دكتور
أحمد السروى

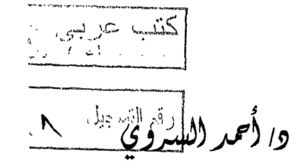
مركز تطوير
الأداء والتنمية



التلوث البترولي

Petroleum Pollution

الملوثات البترولية
التأثيرات البيئية والصحية
طرق التحكم والسيطرة



د/ أحمد السروي

مركز تطوير الأداء والتنمية

153 شارع جسر السويس - مصر الجديدة

ت : 26363887 - 26382228 : فاكس 26398677

E-mail: dpicmoh@yahoo.com

dr.mohamed@dpicegypt.com

DPIC Bookstore:books@dpicegypt.com

Site:http:/www.dpicegypt.com

2010 -2011

رقم الإيداع بدار الكتب

2010 / 5539

رقم الإيداع الدولي *ISBN*

978-977-6344-18-4

إهداء

إلى أبي وأمي اللذين كانا سببًا في وجـودي ولـم يدخرا جهدًا في إسعادي،

وأدين لهما بكل فضل في حياتي بعـد الله سـبحانه وتعالى،

وأتمنى لهما من قلبي موفور الصحة والعافية.

أهدي هذا الكتاب

المؤلف

مقدمة الكتاب

لقد تغير نمط الحياة على الأرض وأصبحت البشرية تعتمد على البترول ومشتقاته في مناحي الحياة كاعتمادها عليه في توفير الطاقة اللازمة للتصنيع واللازمة لمختلف أوجه الحياة على الأرض، وفي توفير الغذاء والدواء، وفي تلبية حاجات الإنسان المتزايدة من الطاقة مما جلب مع هذا التغير مخاطر كثيرة تهدد صحة الإنسان والبيئة ومصادر الحياة (الماء، الهواء والتربة) بفعل تعمق مخاطر تلوث البيئة نتيجة الاستخدام المفرط لمصادر الطاقة ومنها البترول.

وللبترول تأثير ملحوظ على الناحية البيئيـة والاجتماعيـة، وذلـك مـن الحوادث والنشاطات الروتينية التي تصـاحب إنتاجـه وتشـغيله، مثـل الانفجارات الزلزالية أثناء إنتاجه، الحفر، تولد النفايات الملوثة. كمـا أن استخراج البترول عملية مكلفة وأحيانًا ضارة بالبيئـة، بـالرغم مـن أن (العلماء أشاروا إلى أن أكثر من 70% من الاحتياطي العـالمي يصـاحبه ترشحات كبيرة وتسربات عديدة للبيئة المحيطة المتمثلة في الهواء والماء والتربة إلا أنهم أكدوا في الوقت نفسه إمكانية التحكم في الأضرار البيئية أثناء استخراجه وتكريره ونقله واستهلاكه، وتم العثور على العديد مـن حقول البترول نتيجة للتسريب الطبيعي. كما أن استخراج البترول بالقرب من الشواطئ يزعج الكائنات البحرية ويؤثر على بيئتها. وقـد يتضـمن استخراج البترول الكسح الذي يحرك قاع البحر مما يقتل النباتات البحرية التي تحتاجها الكائنات البحرية للحياة. وجدير بالإشارة أن نفايات الزيـت الخام والوقود المقطر التي تتناثر من حوادث ناقلات البترول قد أثرت على البيئة المائية ولوثتها تلويثًا شديدًا وأضرت بالكائنات الحية فيها. كما أنها أثرت على العلاقة التبادلية بين الكائنات الحية بموت أحد هـذه الكائنـات وانقراضها في العديد مـن دول ومنـاطق العـالم مثـل ألاسـكا، جـزر جالاباجوس وأسبانيا، وعديد من الأماكن الأخرى.

ويتسبب حرق البترول مثل أنواع الوقود الحفري الأخرى، في انبعاث ثاني أكسيد الكربون للغلاف الجوي والعديد من الانبعاثـات الغازيـة الضـارة

كالغازات الكبريتية والنتروجينية والهيدركربونات والجسيمات، وهو ما يعتقد أنه يساهم في ظاهرة السخونة العالمية ويساهم في جميع مظاهر التلوث البيئي المحيط بنا.

والبترول سائل يتكون من الهيدروكربونات وكذلك نسبة صغيرة من الكبريت والأوكسجين والنتروجين، تتكون وتتجمع في باطن الأرض وتظل في مكانها إلى أن تخرج إلى سطح الأرض، بفعل العوامل الطبيعية كالشقوق- الفوالق أو الكسور الأرضية أو يستخرجها الإنسان من خلال عمليات التنقيب وحفر الآبار.

يوجد البترول في الطبيعة إما في حالة صلبة أو شبه صلبة كعروق الإسفلت، أو يوجد في حالة سائلة كخام البترول، أو في حالة غازية كالغازات الطبيعية. يتنوع إنتاج حقول البترول ومنها ما ينتج خام البترول مختلطًا بقليل من الغازات الطبيعية، ومنها ما ينتج أساسًا من الغازات الطبيعية مع قليل من خام البترول أو بدونه كحقول الغازات الطبيعية.

ويعد البترول أحد أهم أنواع الوقود المستخدم في الحياة حيث يستخدم كوقود النقل لمحركات السيارات والشاحنات، والمركبات، والآلات الأخرى، والطائرات، والزوارق الآلية، والجرّارات، وجزّازات العشب. ويطلق على البترول في بعض الأحيان اسم الجازولين.

ويستخدم البترول على نطاق واسع في الأعوام الأولى من القرن العشرين، خاصة عندما بدأ الإنتاج الكبير للسيارات. فقد مكنّت السيارات التي تعمل بالبترول الناس من الانتقال بسهولة أكبر. فلم يعد الناس يقيمون بالقرب من أعمالهم. واستطاعوا الوصول إلى الأماكن البعيدة لقضاء العطلات بسرعة أكبر. كما مكنت الآلات الزراعية التي تعمل بالبترول الناس من زيادة إنتاج المحاصيل.

وأدى ازدياد استخدام البترول مع مرور السنين كمصدر للطاقة وما يستخرج منه من منتجات صناعية إلى قيام صناعات عملاقة تُوظّف ملايين الناس. إلا أن استخدام البترول بكميات كبيرة في الحياة كانت لها آثار جانبية سيئة على البيئة مثل الماء والهواء والتربة.

ونظرًا لاحتواء البترول على العديد من المركبات الهيدروكربونية فإن

حرق المنتجات البترولية كوقود في محركات السيارات ووحدات توليد الطاقة المختلفة يؤدي إلى انبعاث العديد من الملوثات الكيميائية متمثلة في الأكاسيد الغازية المختلفة وأبخرة العناصر الثقيلة والجسيمات والأبخرة الضارة التي تؤثر على صحة الانسان والحيوان والنبات في بيئتنا. كما يحتوي البترول الخام على مواد سامة مثل الكبريت الرصاص وغيرها وهذه المواد تشكل خطرًا كبيرًا على البيئة بمناطق الانتاج، التكرير والتوزيع، وكذلك عبر خطوط النقل المختلفة، مما يستلزم منا العمل على الاقلال من التأثيرات البيئية والصحية لصناعة البترول، وهذا يتأتي بالفهم العميق لطبيعة التلوث البيئي بالبترول والمنتجات البترولية خلال مراحل استخراج وتصنيع وتكرير ونقل واستهلاك البترول. وهذا ما يهدف اليه هذا العمل.

وكان الدافع إلى إعداد هذا الكتاب هو إعطاء صورة علمية وعملية واضحة لمخاطر التلوث البترولي والمخاطر البيئية والصحية لصناعة البترول، معطيًا أمثلة تطبيقية للتحكم والسيطرة على هذا التلوث وطرق وأساليب مكافحته والحد من مخاطره.

ويتناول هذا الكتاب موضوع هام وهو التلوث البترولي محققا الاهداف المرجوة منه من خلال:

- **شرح مفهوم التلوث البيئي والملوثات البيئية والتلوث البترولي للماء والهواء والتربة.**
- **شرح الملوثات البترولية كالملوثات البترولية الغازية والسائلة والصلبة والمخلفات البترولية الخطرة.**
- **شرح التلوث الناتج عن مراحل الصناعة البترولية المختلفة كالاستكشاف والاستخراج والانتاج والتكرير والنقل والتخزين والاستهلاك.**
- **توضيح التأثيرات البيئية والصحية للملوثات البترولية.**
- **شرح طرق وأساليب وإجراءات التحكم والسيطرة على التلوث البترولي.**
- **وقد تم إعداد الكتاب في خمسة فصول هي:**

الفصل الأول: التلوث البيئي والبترول.
الفصل الثاني: الملوثات البترولية.
الفصل الثالث: التلوث الناتج عن مراحل الصناعة البترولية.
الفصل الرابع: التأثيرات البيئية والصحية للملوثات البترولية.
الفصل الخامس: التحكم والسيطرة على الملوثات البترولية.

الفصل الأول: يتناول موضوع التلوث البيئي من خلال توضيح مفهوم البيئة وأجزائها وأقسامها المختلفة، ثم يتناول بالشرح مفهوم التلوث البيئي والملوثات البيئية وتصنيفها، ويستعرض التلوث البترولي للهواء والماء والتربة.

الفصل الثاني: يتحدث بالتفصيل عن الملوثات البترولية والتي تشمل الملوثات البترولية الغازية والسائلة والصلبة والمخلفات البترولية الخطرة والتي من أهمها المخلفات الخطرة الناتجة عن عمليات تكرير البترول.

الفصل الثالث: يشمل موضوع التلوث الناتج عن مراحل الصناعة البترولية مثل التلوث الناتج عن استكشاف واستخراج وإنتاج ونقل وخزن وتصدير وتكرير البترول الخام والتلوث الناتج عن استهلاك المنتجات البترولية؛ بالإضافة إلى التلوث الناتج عن صناعة الغاز.

الفصل الرابع: وهو خاص بشرح التأثيرات البيئية والصحية للملوثات البترولية، فيتناول التأثيرات البيئية للتلوث البيئي بالبترول مثل التغيرات المناخية العالمية وانحلال طبقة الاوزون والأمطار الحامضية، ويبين التأثيرات الصحية لملوثات الهواء والماء والتربة البترولية، والأخطار الصحية للمقيمين بالقرب من المنشأت البترولية، ومبينًا أهم الملوثات الضارة المنبعثة في مصافي تكرير البترول وتاثيراتها الصحية والبيئية بالإضافة لموضوع هام وهو الوقاية من مخاطر صناعة البترول.

الفصل الخامس: وهو يتناول إجراءات التحكم والسيطرة على التلوث البترولي مثل الاجراءات الوقائية لمنع التلوث البترولي والعلاجية التي تشمل السيطرة على التلوث البترولي. مبينًا طرق وأساليب وعمليات معالجة الملوثات والمخلفات الخطرة البترولية، والسيطرة على الملوثات

البترولية للهواء والماء والتربة.

ونأمل الآن أن نكون قد ألقينا ضوءًا على الهدف الذي من أجله اخترنا أن نكتب في موضوع التلوث البترولي، أنه دعوة يحدد الإنسان من خلالها موقعه ودوره في البيئة وتوضيح جهده في سبيل حمايتها من أكبر خطر يتهددها وهو التلوث، متناولين في كتابنا أحد أهم أنواع التلوث البيئي وهو التلوث البترولي.

وأني أرجو من الله عزَّ وجل أن يجد العاملين في قطاع البترول وحماية البيئة من مهندسين وكيميائيين وفنيين ومشغلين ما يعينهم على الحفاظ على بيئتهم نظيفة آمنة وأن يكون عونا لهم في تجنب المخاطر الصحية المتعلقة بهذه الصناعة.

كما أتمني أن يجدوا في هذا الكتاب جهد متواضع يساهم فى رفع مستوي مشاريع حماية البيئة داخل وخارج المنشات البترولية في مصر والعالم العربي.

كما أرجو الله سبحانه وتعالى أن يكون كتابي هذا إسهامًا متواضعًا في نشر الاهتمام بالعلم في بلادنا؛ حيث إن المكتبة العربية بحاجة ماسة إلى مصادر علمية تجذب القارئ للاستزادة والتوسع في العلوم الأساسية والعلوم التطبيقة الخاصة بالبيئة، وكما أرجو أن يكون حافزًا لمزيد من إصدار ونشر كثير من الكتب العلمية والتراجم باللغة العربية إسهامًا منا في نشر الثقافة العلمية في بلادنا التي هي في أمس الحاجة للتقدم العلمي والتقني.

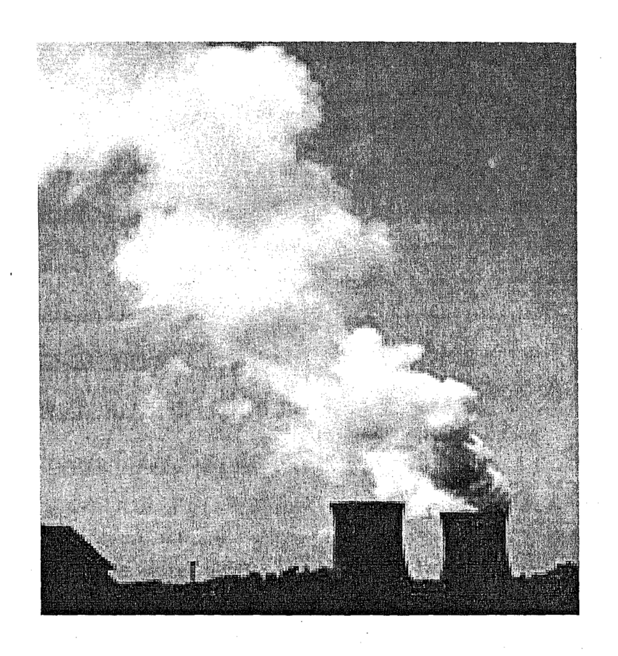
ما وفقت فيه فمن الله العليم الخبير وما لم أوفق فيه فمن تقصير نفسي، ومن قلة علمي.

اللهم علمنا ما ينفعنا وانفعنا بما علمتنا وزدنا علما.

د/ أحمد السروي

الفصل الأول

التلوث البيئي والبترول



الفصل الأول

التلوث البيئي والبترول

أولاً... البيئة كمفهوم.

ثانياً... أجزاء البيئة وأقسامها.

ثالثاً... مفهوم تلوث البيئة.

رابعاً... حماية البيئة.

خامساً... تصنيف الملوثات البيئية.

سادساً... أنواع التلوث.

سابعاً... التلوث البترولي للهواء.

ثامناً... التلوث البترولي للماء.

تاسعاً... التلوث البترولي للتربة.

مقدمة

لقد حظى موضوع البيئة والدراسات البيئية باهتمام المتخصصين والرأي العام في العقدين الأخيرين في نطاق دول العالم الثالث والدول المتقدمة، وآثرت الموضوعات والدراسات التي تناولت قضايا البيئة ومشكلاتها، وبخاصة بعد أن أخذت الموارد الطبيعية في النضوب والاستنزاف، وباتت التربة والهواء والماء والمواد الغذائية ملوثة بأنواع شتى من المواد الكيميائية والسموم التي تنفثها في كل ثانية كبرى المصانع والمنشآت النووية وحركات وسائل المواصلات والنشاطات البشرية في التنقيب عن المعادن، والاستكشافات والتطور التكنولوجي، وهذا الأمر أسهم بدور كبير في زيادة الأمراض وفساد مكونات البيئة؛ إضافة إلى انقراض العديد من أنواع الحيوانات والنباتات التي تشاركنا الحياة على سطح الأرض.

أصبح التلوث كمشكلة بيئية من المشكلات التي حظيت فجأة باهتمامات الدول في نهاية القرن الماضي، والحقيقة أن التلوث كظاهرة بيئية موجودة منذ أن وجد الإنسان على سطح الأرض؛ إذ إن التلوث عمل بشري بالدرجة الأولى، ولكنه ظل محدودًا ولم يصل إلى حد المشكلة، حتى احتلت الصناعة المدعمة بالتفوق التكنولوجي قمة الأنشطة الحرفية التي سعى الإنسان من خلالها فرض سيطرته على بيئته.

يعتبر البترول أهم العوامل المسببة للتلوث في البيئة في العديد من دول العالم كما هو الحال لبقية الدول العربية وغير العربية المطلة على الخليج العربي والبحرين الأبيض والأحمر، ونظرًا لأن البترول المورد الطبيعي الرئيسي لاقتصاد كثير من الدول العربية، فإنه تبعًا لذلك أضحت هذه الدول خاصة دول مجلس التعاون الخليجي من أسرع المناطق نموًا في العالم، وهنا تكمن خطورة التلوث بالبترول كون الأنظمة البيئية ذات قدرة محدودة على استيعاب الملوثات البيئية وذات قدرة قليلة على الامتصاص أو لفظ الحجم

المتزايد من النفايات الصناعية والمخلفات البترولية ونفايات المدن وغيرها.

أيضًا مع زيادة إنتاج البترول وتصديره فإن المسطحات المائية التي تمر من خلالها ناقلات البترول تصبح ملوثة، إما عن طريق الحوادث التي تتعـرض لها تلك الناقلات مما يؤدي إلى تسرب البترول أو عمليات التنقيب.

وقـد يتبخّر البترول مـن صهاريج البتـرول والغاز الطبيعي والمنتجات البترولية وتنتقل إلى الجو ثم تسقط في البحر أو في النهر أو في البحيرة مع مياه الأمطار؛ فتؤدي إلى تلوث مائي أو تسقط تلك الأمطار على التربة مسببة تلوث أرضي.

أولاً...البيئة كمفهوم

في السنوات الأخيرة شاع استخدام لفظة البيئة وكثيرًا ما أفرط الناس في استخدامها، فكثيرًا ما نسمع البيئة الثقافية والبيئة الاجتماعية والبيئة الحضرية والبيئة المائية وبيئة العمل...... إلى آخره من الاستخدامات الشائعة، حتى يظن البعض أن هذه الكلمة ترتبط بجميع الحياة.

وبالرغم من ذلك فإن المفهوم الدقيق لهذه الكلمة لا يزال غامضًا للكثيرين، لاسيما أنه ليس هناك تعريف واحد محدد يبين ماهية البيئة، ويحدد مجالاتها المتعددة.

كما قد يقصد بالبيئة مجازيًا أولئك الناس الذين يعيشون فيها. كما يمكن أن يعني بالبيئة كافة المخلوقات والأشياء التي تشاركنا المواضع والأماكن التي نعيش فيها، كالحيوانات والنباتات والهواء والماء والصخور.

أما البيئة في المعاجم الإنجليزية (Environment) فهي تعني مجموعة العوامل والظروف والمؤثرات الخارجية التي لها تأثير في حياة الكائنات (بما فيها الإنسان) كما يمكن تعريف البيئة بأنها الوسط أو المكان الذي يعيش فيه الكائن الحي أو غيره من المخلوقات وهي تشكل في معناها مجموعة الظروف والعوامل التي تساعد الكائن الحي على بقاؤه وداوم

حياته. والبيئة لفظ دارج شائع الاستخدام يرتبط مفهومها بنوع العلاقة بينها وبين المستفيد منها من الكائنات الحية، فرحم الأم بيئة، كما أن البيت بيئة، واليابسة والأنهار والبحار بيئة، والأزهار والغابات والأشجار بيئة وكل ما يحيط بالكائن الحي ويستمد منه ضرورات حياته بيئة.

ثانيًا... أجزاء البيئة وأقسامها

❖ **البيئة بمفهومها الواسع يمكن تقسيمها إلى الأقسام التالية:**

1- البيئة الطبيعية.

2- البيئة الصناعية.

3- البيئة الاجتماعية.

4- البيئة الاقتصادية.

5- البيئة الجمالية.

1- البيئة الطبيعية وتتضمن كل من:

- الأرض بما في ذلك
  - الشكل الخارجي لسطح الأرض.
  - التربة (مكوناتها- خصائصها المختلف - مواردها الحية والغيرحية).
  - التكوين الجيولوجي بما في ذلك من المياه الجوفية والمحتوي المعدني.
- المسطحات المائية (بما في ذلك من بحار ومحيطات وأنهار وبحيرات) وما تحويه من كائنات حية.
- الغطاء النباتي (حجمه ونوعيته وكثافته) والحيوانات البرية.
- المناخ(الأمطار والرياح واتجاهاتها وشدتها - معدلات الحرارة- الرطوبة وغيرها).

2 - البيئة الصناعية وتشتمل على

- **استعمالات الأراضي المحيطة**
  - نوعية الاستعمال (سكني – صناعي – تجاري – خدمات).
  - الكثافة السكانية في المناطق.
  - نوع المباني (ارتفاعها– تصميمها) وكثافتها.
- **البنية التحتية والخدمات العامة:**
  - إمدادات المياه من حيث النوعية والكمية.
  - إدارة النفايات الصلبة والسائلة.
  - تصريف مياه الأمطار والمجاري.
  - مصادر الطاقة المستخدمة (فحم حجري– كهرباء– طاقة ذرية – نفط خام – غاز طبيعي– طاقة رياح– طاقة شمسية).
  - الخدمات العامة (النقل – الطرق – أماكن انتظار السيارات– المطارات).
- **مستوى تلوث الهواء**
  - نوع وحجم الملوثات الهوائية.
  - الظروف الخاصة بالموقع (المناخ السائد – التضاريس).
  - مصادر تلوث الهواء في المنطقة.
  - مدى ودرجة انتشار الملوثات الهوائية.
- **على مستوى تلوث المياه**
  - مصادر المياه الجوفية والسطحية في المنطقة ونوعيتها.
  - استعمال ونقل المبيدات والأسمدة وأنواعها.
  - طرق صرف ومعالجة المياه المستخدمة وإعادة الاستخدام والتدوير.
  - طرق ومناطق معالجة النفايات الصلبة.

- **على مستوى الضوضاء**
  - مصادر الضوضاء في المنطقة (حركة السير– مطارات– سكة حديد– طرق برية).
  - كثافة ونوع مصادر الضوضاء في المنطقة.
  - مدى تأثير الضوضاء على البيئة المحيطة.

3-البيئة الاجتماعية وتشتمل على:

- **الخدمات الاجتماعية العامة ومنها:**
  - مواقع المدارس ومعدل استيعابها وأنواعها.
  - المتنزهات والخدمات التثقيفية والترفيهية.
  - الخدمات الصحية – الدفاع المدني – الشرطة.
- **مناطق العمل والتجارة.**
- **الخصائص الاجتماعية للسكان.**
  - أماكن تجمعهم ونشاطهم وإدارتهم.
  - كثافة السكان وتوزعهم.
  - ظروف الإسكان.

4- البيئة الاقتصادية وتشتمل على:

- العمل والبطالة.
- مستوى الدخل وطبيعة ونوعية الاستهلاك.
- الطبيعة الاقتصادية للمنطقة.
- أسعار السلع والخدمات.

5- **البيئة الجمالية وتشمل**:

- المباني التاريخية والاثرية واماكن التراث الوطني.
- الصفات المعمارية للمباني.
- المناظر الطبيعية الجميلة.

ويشكل المحيط أو الإطار الحيوي الذي تعيش وتتفاعل فيه الكائنات الحية المختلفة نظامًا متوازنًا يتكون من تداخل أو تفاعل أغلفة الكرة الأرضية، وهي الغلاف الغازي والغلاف المائي والغلاف الصخري وغلاف التربة.

ثالثًا... مفهوم تلوث البيئة

هو عبارة عن الحالة القائمة في البيئة الناتجة عن التغيرات المستحدثة فيها والتي تسبب للإنسان الإزعاج أو الأمراض أو الضرر أو الوفاة بطريقة مباشرة، أو عن طريق الإخلال بالأنظمة البيئة وتعرف مسببات التلوث بالملوثات وتعرف الملوثات بأنها المواد أو الميكروبات التي تلحق الضرر بالإنسان أو تسبب الأمراض أو تودي به إلى الإحلال، والتعريف الحديث للتلوث يشمل على كل ما يؤثر على جميع عناصر بما فيها من نبات وحيوان وإنسان وكذلك ما يؤثر في تركيب العناصر الطبيعية غير الحية مثل (الهواء والتربة والبحيرات والبحار).

وأيضا يعرف التلوث بأنه أي تغير يؤدي حدوث خلل في دورات المواد الطبيعية الموجودة في الأرض أو خلل في تدفقات الطاقة المتداخلة مع دورات المواد والمتفاعلة معها.

التعريف الشامل للتلوث

التعريف الشامل للتلوث يشمل كل النقاط التالية:

- أي تغيير فيزيائي أو كيميائي أو بيولوجي مميز يؤدي إلى تأثير

ضار على الهواء أو الماء أو الأرض أو يضر بصحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى، وكذلك يؤدي إلى الإضرار بالعملية الإنتاجية كنتيجة للتأثير على حالة الموارد المتجددة.

- هو تدمير أو تشويه النقاء الطبيعي لكائنات حية أو لجمادات بفعل عوامل خارجية منقولة عن طريق الجو أو المياه أو التربة.
- هو كل تغيير كمي أو كيفي في مكونات البيئة الحية أو غير الحية لا تقدر الأنظمة البيئية على استيعابه دون أن يختل اتزانها.
- هو كل ما يؤدي نتيجة التكنولوجيا المستخدمة إلى إضافة مادة غريبة إلى الهواء أو الماء أو الغلاف الأرضي في شكل كمي تؤدي إلى التأثير على نوعية الموارد وعدم ملاءمتها وفقدانها خواصها أو تؤثر على استقرار تلك الموارد.
- هو إدخال أي مادة غير مألوفة إلى أي من الأوساط البيئية، وتؤدي هذه المادة الدخيلة عند وصولها لتركيز ما إلى حدوث تغيير في نوعية وخواص تلك الأوساط.

إدخال مواد أو طاقة بواسطة الإنسان سواء بطريق مباشر أو غير مباشر إلى البيئة بحيث يترتب عليها آثار ضارة من شأنها أن تهدد الصحة الإنسانية، أو تضر بالموارد الحية أو بالنظم البيئية أو تنال من قيم التمتع بالبيئة أو تعوق الاستخدامات الأخرى المشروعة لها.

رابعًا...حماية البيئة

هي المحافظة على مكوناتها وخواصها وتوازنها الطبيعي ومنع التلوث أو الإقلال منه أو مكافحته، والحفاظ على الموارد الطبيعية وترشيد

استهلاكها وحماية الكائنات الحية التي تعيش فيها، خاصة المهددة بالانقراض، والعمل على تنمية تلك المكونات والارتقاء بها.

1. أهداف حماية البيئة والمحافظة عليها

- معالجة التلوث الناتج عن أنشطة الإنسان المختلفة إلى درجة يمكن للبيئة من استعادة قدرتها على التنقية الذاتية.
- تقليل استنزاف الموارد الطبيعية عن طريق إيجاد وسائل تقنية جديدة وإعادة الاستفادة من الموارد والبحث عن موارد بديلة.
- المحافظة على النباتات والحيوانات البرية وصيانة التنوع البيولوجي.
- المحافظة على رفع إنتاجية الأراضي الزراعية والأراضي الرعوية وذلك بالحد من التوسع العمراني وإنشاء الطرق في الأراضي الزراعية الجديدة.
- تحميل مسببي التلوث مسئولية فعلهم وإلزامهم بمعالجة وإزالة التلوث الناتج عن فعلهم.
- توعية المواطن بأهمية حماية البيئة وإقناعه بأنها ليست مسئولية الدولة فقط بل مسئوليته هو أيضًا.
- اتباع أساليب التخطيط البيئي والإدارة البيئية السليمة في جميع الأنشطة البشرية.
- تبادل المعلومات والخبرات والأبحاث بين دول العالم في مجال البيئة.
- استخدام مصادر بديلة للطاقة للحد من استنزاف البترول والفحم الحجري والطاقة النووية.
- استعمال المواد الكيميائية القابلة للتحلل في البيئة بسهولة بحيث لا تتراكم فيها.

2. آليات حماية البيئة من التلوث

للمحافظة على البيئة وحمايتها من التلوث هناك الكثير من الوسائل والآليات يجب اتباعها، وتتلخص عمليات المحافظة على البيئة في الآتي:

- المحافظة وإدارة الموارد الطبيعية.
- حماية الغلاف الجوي.
- الإدارة المستديمة للموارد الأرضية.
- مكافحة القطع الجائر للغابات.
- مكافحة التصحر والجفاف.
- التنمية المستدامة للمناطق الجبلية.
- التنمية الزراعية المستدامة، والتنمية الريفية.
- المحافظة على التنوع الإحيائي.
- الإدارة البيوتكنولوجية.
- حماية وإدارة المحيطات.
- حماية وإدارة المياه العذبة.
- الاستخدام الآمن للمواد الكيماوية.
- إدارة المخلفات الخطرة.
- إدارة النفايات الصلبة والمياه المستخدمة.
- التحكم فى نفايات الإشعاع الذري.

خامساً... تصنيف الملوثات البيئية:

يمكن تقسيم المواد الملوثة للبيئة تبعا لطبيعة المادة سواء من حيث التركيب الكيميائي أو حالة المادة ويمكن تقسيمها وفقًا للصفات الطبيعية والكيميائية للملوثات أو تبعًا للنظام البيئي المعرض للتلوث أو وفقًا لمصدر التلوث أو نظام استخدام الملوث أو التأثيرات الضارة للملوثات على النظام البيئي.

تقسيم الملوثات طبقاً لطبيعتها Classification by nature

1- التركيب الكيميائي

- الملوثات العضوية مثل الهيدروكربونات والكيتونات والكحولات.
- الملوثات الغيرعضوية مثل أكاسيد الكبريت والنتروجين والهالوجينات وعوامل الأكسدة.

2- الحالة الطبيعية للملوث

- ملوثات غازية.
- ملوثات سائلة.
- ملوثات صلبة.

تقسيم الملوثات طبقاً لصفاتها Classification by Properties

1- القابلية للذوبان في الماء والزيوت والدهون.

2- التحلل البيولوجي بفعل الكائنات الحية الدقيقة.

3- معدل الانتشار والتخفيف داخل المنظومات البيئية.

4 – الثبات في الهواء والماء والتربة.

5- قابليتها للتفاعل مع غيرها من المواد.

التقسيم تبعاً لنوع النظام البيئي

Classification by Sector of Environment

1. ملوثات هوائية.
2. ملوثات مائية.
3. ملوثات التربة.

تقسيم الملوثات طبقاً لمصدر التلوث

Classification by Source

1- نواتج احتراق الوقود
- مصادر منزلية
- مصادر صناعية
- مصادر زراعية

2- نواتج ذات أصول صناعية وتقسم وفقًا لنوع الصناعة (مثل صناعة البلاستيك والنسيج والأسمنت والأسمدة وصهر المعادن...)

3- نواتج خدمية ومنزلية مثل نفايات المعامل - نفايات المستشفيات- نفايات المنزل.

4- نواتج ذات أصول زراعية مثل المخلفات الزراعية ومخلفات الماشية والحيوانات الزراعية - مخلفات الأسمدة العضوية ومتبقيات المبيدات.

5- نواتج الأنشطة العسكرية والحربية.

6- نواتج أنشطة الكائنات الدقيقة الحية كالبكتريا والفطريات والطحالب.

التقسيم تبعًا لنمط الاستخدام

Classification by pattern of use

1. الاستخدامات في الصناعة مثل المواد الأولية - المذيبات - المثبتات - الملونات - المواد الحافظة - مواد التشحيم- المواد الملينة.

2. الاستخدامات في المنزل والمستشفيات مثل المنظفات - مواد الطلاء - المطهرات - المبيدات الكيماوية المنزلية.

3. الاستخدامات في الزراعة الأسمدة – المبيدات – المخصبات – المعقمات.

4. الاستخدامات في النقل الوقود – مواد التشحيم – مواد الدهانات والجلفنة– مواد التنظيف.

5. الاستخدامات في الحروب والعمليات العسكرية.

التقسيم تبعاً للآثارالناتجة Classification by Effects

1. ملوثات تؤثر على الإنسان.
2. ملوثات تؤثر على الحيوان.
3. ملوثات تؤثر على النبات.
4. ملوثات تؤثر على مكونات الجو مثل طبقة الأوزون.
5. ملوثات تؤثر على العمليات الحيوية الطبيعية في الماء.
6. ملوثات تؤثر على خواص التربة الطبيعية والكيميائية.

تقسيم التلوث تبعا لدرجة التلوث

1. التلوث المقبول.
2. التلوث الخطر.
3. التلوث المدمر.

كما يمكن تقسيم الملوثات على أساس خواص مكوناتها الي الاقسام التالية:

1- ملوثات طبيعية.

2- ملوثات صناعية.

3- ملوثات فيزيائية.

4- ملوثات كيميائية.

5- ملوثات حيوية (بيولوجية).

1- ملوثات طبيعية

وهي الملوثات التي لا يتدخل الإنسان في إحداثها، مثل الغازات والأبخرة التي تتصاعد من البراكين أو تأثير الانفجارات الشمسية على اضطرابات الطقس، أو احتراق الغابات بشكل طبيعي جراء ارتفاع الحرارة، أو انتشار حبوب اللقاح في الجو، أو الفيضانات الشديدة الجارفة، أو انتشار الأوبئة الميكروبية.

2- ملوثات صناعية

وهي الملوثات التي استحدثها الإنسان من خلال نشاطه الصناعي، كالغازات والأبخرة والمواد الصلبة والصرف السائل المتولد من المصانع وأيضًا المخلفات الناتجة من أنشطة الناس وحياتهم.

3- ملوثات فيزيائية

كالضوضاء والإشعاع الذري والتلوث الحراري الذي ينتج من استخدام كميات كبيرة من مياه التبريد في محطات توليد القوى، ثم إعادتها إلى البيئة المائية مما يسبب تلوثًا حراريًا لتلك البيئات.

4- ملوثات كيميائية

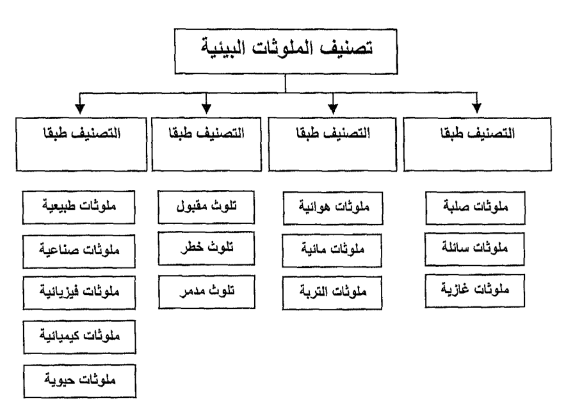
وهي المواد الكيميائية التي يتعامل معها الإنسان كالمبيدات بأنواعها المختلفة والمنظفات الصناعية، والأسمدة الكيماوية، ونواتج الصناعات

البترولية، وصناعات الغزل والنسيج، وصناعات الحديد والصلب وغيرها.

5- ملوثات حيوية (بيولوجية)

وهي الكائنات الحية التي تنتشر في البيئات المختلفة مسببة أضرار خطيرة بصحة الإنسان وزراعته وحيواناته ومقتنياته المختلفة، وتشمل هذه الكائنات الحية البكتريا والفطريات والفيروسات والطفيليات والأنواع الأخرى من الكائنات الحية المختلفة التي تعد آفات صحية أو زراعية على الإنسان أو الحيوان أو النبات.

والنباتات المائية التي يتسرب إليها بعض المخصبات الكيميائية التي تستخدم في تسميد التربة فتزيد من نموها بشكل انفجاري مسببًا مشكلات عديدة للملاحة.



شكل 1-1 مخطط يبين بعض التصنيفات الهامة للملوثات البيئية

وهناك نوعين آخرين من الملوثات تم تصنيفهما طبقًا لطبيعتهما وهما الملوثات الأولية والملوثات الثانوية.

الملوثات الأولية:

ويقصد بها الملوثات التي تنطلق من مصدر التلوث في صورة أولية وتظل كما هي دون تغيير في خواصها الفيزيائية أو الكيميائية إلى أن تصل المكان الذي سيصيبه التلوث، ومن أمثلتها ملوثات الهواء الأولية مثل أول وثاني أكسيد الكربون المنبعثة من الشاحنات والسيارات، وأكاسيد النتروجين ومعظم الهيدروكربونات المنبعثة من مداخن المصانع ومحطات القوى والمواد العالقة المنبعثة من حرق المخلفات. ويبين الجدول التالي أحد أهم الملوثات الأولية وهي الملوثات الأولية للهواء مبينًا بعض خصائصها ومصادرها وتأثيراتها على الصحة.

جدول 1-1

الملوثات الاولية للهواء

ملوثات الهواء	أهم الخصائص	المصادر الرئيسية	التأثير على الصحة
أول أكسيد الكربون	غاز عديم اللون أو الرائحة له قابلية شديدة للالتصاق بالهيموجلوبين في الدم.	الاحتراق غير الكامل للوقود والمواد الكربونية الأخرى.	يتم امتصاصه عن طريق الرئة يعوق القدرات الذهنية والبدنية.
الرصاص	عنصر من العناصر الثقيلة، أملس، سهل التشكيل رمادي له خواص كيميائية فلزية يوجد في صورة تراب أو رذاذ أكسيد الرصاص.	التعرض المهني في مسابك المعادن، تصنيع المعادن، صناعة البطاريات وكذلك عادم السيارات التي تستخدم وقودًا معالجًا برابع اسيتات الرصاص.	يدخل الجسم عن طريق الجهاز التنفسي وجدران الجهاز الهضمي .يتراكم في أعضاء الجسم مسببًا أضرارًا عقلية وبدنية.

أكاسيد النيتروجين	خليط من الغازات تتراوح بين عديمة اللون والبني الأحمر	الاحتراق الثابت (محطات القوى مثلا) المصادر المتحركة والتفاعلات الجوية.	العامل الرئيسي في تكوين الضباب الفوتوكيميائي Smog وهناك صلة بينها وبين مشاكل التنفس وأمراض القلب.
الهيدروكربونات	مركبات عضوية في الحالة الغازية، مثل الميثان والايثلين والاستيلين ومكونات أخرى تكون الضباب الفوتوكيميائي.	الاحتراق غير الكامل للوقود والمواد الكربونية الأخرى.خاصة المواد العضوية	التعرض الحاد يسبب تهيج الأغشية الخاصة بالعين، والأنف والحنجرة. أما التعرض المزمن فيسبب السرطان.
الجسيمات	هي أي جسيمات صلبة أو سائلة منتشرة في الجو مثل التراب، الرماد، الضباب، الفلزات والمواد الكيميائية .ويتم تقسيمها حسب قطر الجسيم . والجسيمات : ما هو أكبر من ٥٠ ميكرون. أما الجسيمات الدقيقة فهي ما هو أقل من 3 ميكرون.	الاحتراق الثابت للوقود الصلب، العمليات الصناعية مثل الأسمنت وصناعة الصلب.	تأثيرات سامة أو مضاعفة تأثيرات الملوثات الغازية، ومضاعفة أعراض إصابات الجهاز التنفسي والقلب.
ثاني أكسيد الكبريت	غاز عديم اللون رائحة نفاذة يتأكسد ليكون ثالث أكسيد الكبريت SO_3 وحمض الكبريتيك عند إذابته في الماء.	احتراق الكبريت الموجود في الوقود الحفري، تحميص الخام المحتوي على كبريت، بعض العمليات الكيميائية.	يصنف كمهيج متوسط للجهاز التنفسي، مسبب أساسي للأمطار الحمضية.

الملوثات الثانوية:

وهي تنشأ من الملوثات الأولية كنتيجة لتفاعل الملوثات الأولية مع عوامل معينة موجودة مثل تفاعل أكاسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين مع الماء لتنتج الأحماض مثل حمض الكبريتيك وحمض النيتريك.

وأيضًا تفاعل ثاني أكسيد الكبريت مع الأكسجين فيتأكسد مكونًا ثالث أكسيد الكبريت، ويعد الأوزون وفوق أكسيد الهيدروجين من الملوثات الثانوية

لأنها تنتج من ملوثات أولية نتيجة تفاعلات مع الأكسجين أو الماء أو غازات أخرى موجودة بالهواء؛ حيث ينتج الأوزون من التفاعل الضوئي للمواد العضوية المتطايرة في الجو مع أكسيد النيتروجين؛ حيث يتكون الأوزون وملوثات ثانوية أخرى. ولذلك يطلق على الملوثات الأولية التي تتفاعل لتنتج الأوزون لفظ البادئات أو الأسلاف Precursors.

كما قسم بعض العلماء الملوثات على أساس قابليتها للتحلل إلى الأقسام التالية:

1- ملوثات قابلة للتحلل.

2- ملوثات بطيئة التحلل.

3- ملوثات مقاومة للتحلل.

1- ملوثات قابلة للتحلل

وهي تشمل الملوثات التي تتحلل بسرعة داخل البيئة ومن أمثلتها المخلفات الآدمية السائلة، ويصبح هذا النوع من الملوثات ضار بالبيئة عندما يفوق معدل تراكمها في البيئة معدل تحللها.

2- ملوثات بطيئة للتحلل

وتشمل الملوثات التي تتحلل ببطء شديد في البيئة مثل المبيدات المكلورة والمواد البلاستيكية وعلب الألمونيوم وكثير من المركبات الكيميائية.

3- ملوثات مقاومة للتحلل

وتشمل الملوثات التي تقاوم التحلل داخل مختلف البيئات مثل بعض المركبات والخامات الكيميائية وبعض المواد المصنعة مثل أنواع معينة من المواد البلاستيكية.

المصادر النقطية والمصادر غير نقطية للتلوث:

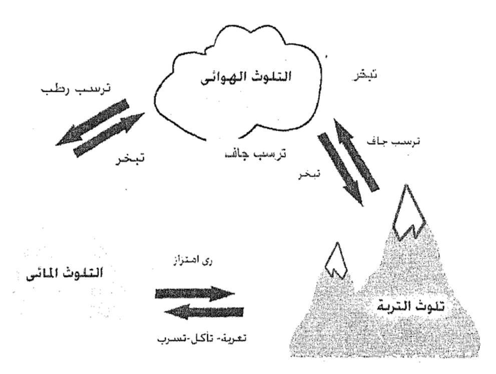
- **المصادر النقطية** هي المصادر التي يمكن تحديد مصادرها ونقطة انطلاقها بدقة، وبالتالي يمكن الحد من الانبعاثات التي تنطلق منها أو معالجتها أو على الأقل يمكن رصدها وقياسها ومراقبة آثارها، فهناك المصدر الذي تنبعث منه بعض الملوثات من نقطة محددة مثل أنبوب المجاري الذي يطرح ماء متسخًا في نهر من الأنهار، من نقطة محدودة أو مكان محدد، ويعرف هذا أيضًا بتلوث المصدر المحدود. ومن أمثلتها الملوثات التي تنطلق من مداخن المصانع أو مداخن محطات توليد الطاقة والغلايات والشعلات.
- **أما المصادر اللانقطية** فهي المصادر التي تنبعث منها الملوثات ولا يمكن تعيينها أو تحديد كمياتها بدقة. إن هذه المصادر محكمة الإغلاق وغير مصممة لانطلاق الانبعاثات منها، ومن أمثلتها الماء ا
- لجاري في المزارع الذي يحمل معه المبيدات والأسمدة إلى الأنهار، كما أن بإمكان مياه الأمطار أن تجرف الوقود والزيت والأملاح من الطرق ومواقف السيارات، وتحملها إلى الآبار التي تزودنا بمياه الشرب. ويسمى هذ التلوث أيضًا بتلوث المصدر اللامحدود.

سادسًا: أنواع التلوث

يمكن تقسيم التلوث نفسه حسب المكان الذي يصيبه التلوث وهو كالآتي:

1. تلوث الهواء.
2. تلوث الماء.

3 تلوث التربة



شكل 1-2مخطط يبين علاقة انواع التلوث ببعضها البعض

1. تلوث الهواء Air Pollution

يصبح الهواء ملوثًا إذا حدث تغير في تركيبه ومكوناته الطبيعية أو دخلت عليه عناصر غريبة، سواء كانت هذه العناصر طبيعية أو كيميائية أو بيولوجية مثل الغازات أو الجسيمات أو الميكروبات، خلال فترة قصيرة أو طويلة بحيث تؤدي إلى إلحاق ضرر بحياة الإنسان أو الحيوان أو الكائنات الأخرى أو الممتلكات الاقتصادية أو أحدثت خللا بالنظام البيئي.

2. تلوث الماء Water Pollution

يقال إن الماء ملوث إذا ما احتوى على مواد غريبة سائلة أو صلبة عضوية أو غير عضوية ذائبة أو غير ذائبة أو كائنات دقيقة، وتغير هذه المواد من الخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للماء، خلال فترة قصيرة أو طويلة بحيث تؤدي إلى إلحاق ضرر بحياة الإنسان أو الحيوان

أو الكائنات الأخرى التي تستخدم أو تتعامل مع الماء، أو أن يؤدي هذا التلوث إلى أن يصبح الماء غير صالح للاستهلاك المنزلي أو في الزراعة أو في الصناعة.

3. تلوث التربة Soil Pollution

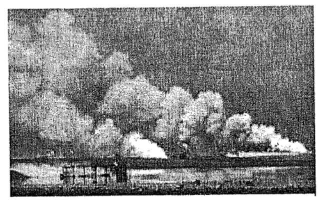
تلوث التربة يعني دخول مواد غريبة في التربة أو زيادة في تركيز إحدى مكوناتها الطبيعية؛ مما يؤدي إلى التغير في التركيب الكيميائي أو الفيزيائي للتربة. وأيضًا ولكن إذا وجد ما يخل بوظائف التربة عن أداء مهامها فهو يعتبر تلوث للتربة وإجهاد لها. وهذه المواد التي يطلق عليها ملوثات التربة قد تكون مبيدات أو مواد وأسمدة كيميائية أو أمطار حمضية ساقطة أو نفايات صناعية أو نفايات وفضلات منزلية أو النفايات المشعة.

سابعًا... التلوث البترولي للهواء

تعتبر الملوثات البترولية من أهم عوامل التلوث التي تصيب كوكبنا في المائة سنة الأخيرة، كما أن المصادر البترولية نفسها من أخطر مصادر التلوث للهواء. وتسبب عمليات الكشف والاستخراج والإنتاج والتصنيع والاستهلاك البترولي تلوثًا شديدًا للهواء لدرجة أن معظم الملوثات الهوائية بالمركبات الكيميائية يكون في الأغلب مصدرها المشتقات البترولية المختلفة. وتنبعث الملوثات البترولية للهواء غالبًا من المصادر الاتية:

- الانبعاثات التي تنطلق من عمليات استكشاف واستخراج وإنتاج البترول الخام والغاز الطبيعي.
- الانبعاثات التي تنطلق من عمليات نقل وتوزيع البترول الخام والغاز الطبيعي ومشتقاتهما.

- الانبعاثات التي تنطلق من مصافي البترول الخام ووحدات معالجة الغاز الطبيعي.
- الانبعاثات التي تنطلق نتيجة لاستهلاك مشتقات البترول الخام والغاز الطبيعي.
- الانبعاثات الناتجة عن الحوادث والكوارث البترولية والانسكابات في البيئة المائية والارضية.
- الانبعاثات الناتجة عن حرق الوقود في محطات القوى الكهربائية وحرق الوقود في وسائل النقل والمواصلات.
- الانبعاثات الناتجة عن العمليات العسكرية والحروب وعمليات التخريب المتعمدة.



تلوّث الهواء الناجم عن احتراق آبار البترول

إن أخطر المراحل المسببة لتلوث الهواء هي مرحلة استهلاك المنتجات البترولية بسبب استهلاك الانسان لكميات كبيرة جدا من الوقود تصل الي ملايين الاطنان سنويا.وتنطلق الملوثات البيئية الي الهواء نتيجة لحرق أنواع الوقود البترولي وبنسب متفاوتة تعتمد على:

- نوع المنتج البترولي المستخدم.
- الغرض من استخدام المنتج البترولي.
- نوع الالة التي تستخدم المنتج البترولي.

ثامناً... التلوث البترولي للماء

يشكل التلوث البترولي للماء أحد أهم القضايا البيئية في الوقت الحاضر وذلك لخطورة هذا النوع من التلوث على البيئة المائية وخاصة البحرية

منها، وتأتي أغلب مصادر التلوث البترولي للماء من حوادث التسرب بمختلف أنواعها سواء التسرب الحادث إلى البيئة المائية مباشرة أو التسرب الي البيئة الارضية ومنه إلى المياه الجوفية. ويأتي طرح مياه المصافي الصناعية كثاني أهم مصدر من مصادر التلوث البترولي للماء؛ إذ تستخدم كميات كبيرة من المياه داخل المصافي للتبريد وعمليات التصنيع المختلفة وتطرح هذه المياه خلال دائرة مفتوحة وعلى الأخص بالنسبة للمصافي الواقعة على شواطئ البحر فمثلا تنتج أحد المصافي كمية من المياه المنصرفة إلى البيئة المائية من **10** إلى **30** ضعف كمية البترول الخام المعالج؛ حيث تؤدي هذه المياه إلى خفض كميات الأكسجين الذائب مما يسبب خللا في الأحياء المائية الدقيقة إضافة إلى ذلك أن المياه الراجعة إلى المصدر المائي تحتوي على زيوت وشحوم وهذا بدوره يؤدي إلى تلوث شواطئ البحر بالزيت.

ويعد البترول الخام ومشتقاته واحد من أهم الملوثات المائية المتميزة بانتشارها السريع، فقد تصل آثار هذه الملوثات إلى مسافات تبعد مئات الكليومترات من مكان تسربها.

وصناعة البترول التي تشمل عمليات استخراج، حفظ، معالجة، نقل توزيع واستهلاك كميات هائلة من البترول والمشتقات البترولية حتمًا يؤدي إلى تلوث المحيط العالمي من مصادر متنوعة من الممكن أن يكون التسرب عرضيًا بنتيجة التصادم، كوارث ناقلات البترول، الاستعمال غير الصحيح للتجهيزات أو تعطلها، وتشكل التسربات البترولية والنفايات الكيميائية أهم مصادر تلوث المحيط العالمي؛ حيث تساهم حركة السفن بنحو **10**٪ من مجمل تلوثه ويعود الفضل في ذلك الى بعض الاتفاقيات الدولية التي تنظم النقل البحري. ويأتي معظم التلوث البحري**70-75**٪ من مصادر برية (مصادر أرضية) حيث تشكل انشطة مثل إلقاء زيوت المحركات المستعملة في شبكات التصريف التي تصب في المياه الساحلية نحو **60**٪ من التلوث البترولي في المحيطات عدا التسرب البترولي، وهناك مصدر آخر للتلوث وهو الصب العمدي. وتلوث البيئة البحرية نتيجة الصب العمدي يمكن مراقبته لحد ما وتداركه، لكن التلوثات العرضية من الصعب أن تستدرك ومن المثبت أن الأسباب الهامة جدًا

لوصول البترول إلى البحر هي: أولاً... نقله بالطرق البحرية، وثانيًا... الاستخراج في منطقة الجرف القاري.

تتسرب كثير من المنتجات والمشتقات البترولية في المحيط خاصة عند غسل خزانات ناقلات البترول بالعودة إلى ميناء التحميل (الشحن) حيث تشحن ناقلات البترول من أجل الثبات بماء حفظ التوازن (ماء الصابورة) الذي يطرح إلى البيئة البحرية قبل تحميل ناقلات البترول عادة ما يقومون بغسل الخزانات الذي بنتيجته يصل البترول إلى الماء.

تلوث البحار يجري أيضًا عند ضخ ماء الصابورة وماء العنابر خلف سطح سفن البضائع الجافة التي تعمل على الوقود السائل تم طرح مياه الغسيل، الصابورة والعنابر.

أما بالنسبة للبحار العربية كالبحر المتوسط فإن مصافي البترول ومخلفاتها الساحلية التي تلقي مياها فيه فيبلغ 50 مصفاة تكرير على ساحل البحر الأبيض المتوسط بحيث يقدر ما يتسرب منها حوالي 20 ألف طن سنويًا.

كما أن الاستثمار في عرض البحر سواء في مرحلة التنقيب أو مرحلة الإنتاج يشكل مصدرًا إضافيًا للتلوث بالبترول عن طريق التسرب، وتقدر كمية التسرب من البئر النظيف بحوالي 0.5% من كمية الإنتاج. وتقدر كمية البترول المتسربة إلى البحار والمحيطات بأكثر من 10 ملايين طن سنويًا. **وعمومًا يمكن إجمال مصادر التلوث البترولي للماء بالمصادر التالية:**

(1) تسرب البترول الخام من جدران الآبار إلى المياه الجوفية.

(2) التسرب الطبيعي للبترول من قيعان البحار والمحيطات والخلجان.

(3) سوائل واطيان الحفر الملوثة بالبترول والمواد الكيميائية الخاصة بالحفر في الحقول البحرية.

(4) تلوث ناتج عن مصادر برية من خلال الفضلات الصناعية أو المخلفات البترولية المعروفة بالحمأة الزيتية والتي تنتج عما قد يخلفه إنتاج البنزين(الجازولين) وتخزينه في المصافي وتعتبر هذه الحمأة الزيتية سامة للغاية، وتتكون كميات أكبر من الحمأة الزيتية في محطات تصدير البترول الخام.

(5) تصريف المياه المصاحبة للبترول الخام المستخلصة من وحدات عزل الماء، والمياه الناتجة عن غسل البترول.

(6) طرح الزيوت المستهلكة في شبكات المجاري والانهار.

(7) تسربات البترول الخام أو المشتقات البترولية أثناء عمليات الشحن والتفريغ والنقل والتصدير والتخزين.

(8) تسربات البترول الخام أو المشتقات البترولية أثناء عمليات الصيانة للمنشأت البترولية البحرية.

(9) تآكل أنابيب البترول البحرية.

(10) التسربات التي تحدث نتيجة للحوادث المختلفة والتي تشمل:

- الحوادث التي تحدث على اليابسة مثل انفجار الآبار وحوادث احتراق الخزانات والصهاريج وتكسر انابيب نقل البترول البرية والبحرية.
- حوادث اصطدام وغرق ناقلات البترول.
- حوادث انجراف وغرق المنصات البحرية.
- حوادث التسرب نتيجة الحروب والحرائق المتعمدة بفعل العمليات العسكرية والهجوم العسكري للمنشات البترولية.
- عمليات التخريب المتعمدة بكسر الانابيب وضرب المنشأت البترولية وتفجير الخزانات والصهاريج.

تاسعاً... التلوث البترولي للتربة

إن تلوث الأراضي بالمواد البترولية يسبب تغير في الخواص الطبيعية لتلك الأراضي ويجعل من هذه الأراضي مناطق غير صالحة للزراعة مما يقلل من المساحات المتوفرة التي يمكن زراعتها مهددا بذلك أمن الإنسان الغذائي. ويعزي تلوث التربة والأرض بالمواد البترولية للمصادر الاتية:

(1) تسرب البترول الخام من خلال جدران بئر البترول إلى داخل التربة.

(2) انسكاب وتسريب البترول الخام بعد عمليات حفر الآبار البترولية.

(3) التسرب من الأنابيب البترولية الناقلة للنفط الخام إلى الأرض

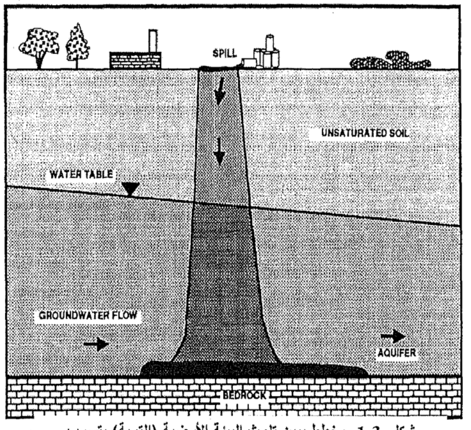
والتربة لمختلف الأسباب (من هذه الأسباب انكسار وتحطم الأنابيب- تآكل الأنابيب- التخريب المتعمد- سرقة البترول الخام من الأنابيب بكسرها).

(4) التسرب من الخزانات وخصوصًا خزانات المشتقات البترولية المدفونة التي تستخدم في محطات تعبئة الوقود.

(5) رمي الزيوت والشحوم المستهلكة والمشتقات الثقيلة قليلة الفائدة والمستهلكة على الأرض في العراء.

(6) إعادة حقن المواد البترولية في باطن الأرض.

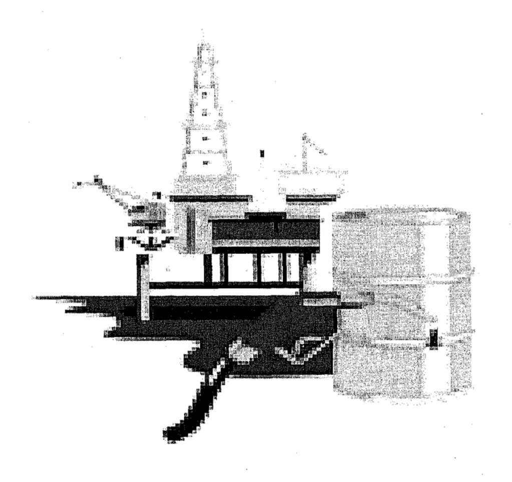
(7) تصريف المياه الصناعية من مصافي تكرير البترول الخام ومن وحدات المعالجة إلى حفر ومنخفضات أرضية بما يشكل بحيرات مائية بترولية ملوثة للأرض والتربة وخاصة في حالة عدم عزلها.



شكل 3-1 مخطط يبين تلوث البيئة الأرضية (التربة) بتسرب المشتقات البترولية ووصول الملوثات للمياه الجوفية

الفصل الثاني

الملوثـــات الـــبترولية



الفصل الثاني

الملوثـات الـبترولية

أولاً... الملوثات البترولية.

ثانيًا...الملوثات البترولية الغازية.

ثالثًا... الملوثات البترولية السائلة.

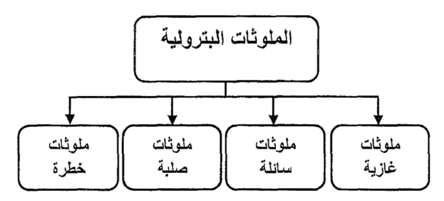
رابعًا... الملوثات البترولية الصلبة.

خامسًا... المخلفات الصلبة والخطرة من عمليات تكرير البترول.

أولاً...الملوثات البترولية

تتعدد الملوثات الناتجة عن صناعة البترول التي تؤثر على البيئة؛ إلا أنها تنقسم من حيث طبيعتها الفيزيائية إلى الملوثات التالية:

- ملوثات غازية.
- ملوثات سائلة.
- ملوثات صلبة.
- الملوثات والمخلفات الخطرة.



ثانيًا...الملوثات البترولية الغازية

هي المواد التي تنطلق من المصدر البترولي الملوث في صورة غازية على هيئة غازات أو أبخرة أو روائح أو رذاذ أو دقائق جسيمية متناهية في الصغر تبقى معلقة في الهواء. وتعتبر الملوثات الغازية من أكثر الملوثات شيوعًا في الصناعة البترولية نتيجة لعمليات حرق الغازات الناتجة عن عمليات استخراج البترول وعمليات تكريره أو نتيجة لحرق الوقود داخل المنشآت البترولية أو نتيجة لحرق الوقود في محركات المركبات ووسائل النقل وداخل محركات إنتاج وتوليد الطاقة **وتنقسم الملوثات الغازية البترولية إلي:**

- أكاسيد الكربون CO_x.
- الغازات والمركبات الكبريتية.
- الأكاسيد النتروجينية NO_x.

- الهيدروكربونات.
- الدقائق الجسيمية.
- الأوزون الأرضي.
- الرصاص ومركباته.
- الزئبق ومركباته.

أكاسيد الكربون CO_x

وهي تشمل غازات أول وثاني أكسيد الكربون اللذان يعدان أكثر الغازات الكربونية تلويثًا للهواء.

(1) غاز أول أكسيد الكربون CO

يعتبر غاز أول أكسيد الكربون من الغازات عديمة اللون والطعم والرائحة ولا يتسبب في أي تهيج للأغشية المخاطية؛ حيث إنه متعادل كيميائيًا كما إنه أخف نسبيًا من الهواء وهو غاز قابل للاكسدة حيث يتحول إلى ثاني أكسيد الكربون.

ويعد من الغازات شديدة السمية حيث ينتج من الاحتراق غير التام للكربون والمركبات العضوية مثل الفحم وهو من صور الكربون وأيضًا بعض الزيوت والشحوم من الآلات والمركبات. وهو من الجزيئات ثنائية الذرة غير المتجانسة وذلك لأنه يحتوي على عنصرين مختلفين هما الكربون والأوكسجين. ويتولد غاز أول أكسيد الكربون من تفاعل غاز الميثان (الناتج من تحلل المواد العضوية) مع الأوزون كما تبين المعادلات الآتية:

$$CH_4 + O_3 \longrightarrow CO + 2H_2O$$

كما يتولد أيضًا من تفاعل بعض الفلزات مع أكاسيدها مع الكربون ومحروقاته كما في حالة الزنك.

$$CH_4 + Zn \longrightarrow CO + ZnO$$

وعند وجود غاز أول أكسيد الكربون مع غاز الكلور وبمساعدة الضوء

يتولد غاز الفوسجين وهو غاز عديم اللون ذو رائحة كريهة وشديد السمية إذ كان يستخدم في الحرب العالمية الأولى كغاز سام.

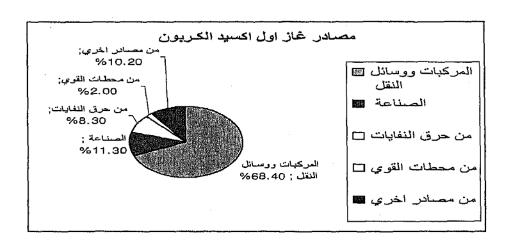
يتميز غاز اول أكسيد الكربون بأنه لا لون ولا طعم ولا رائحة ويذوب في بلازما الدم بقدر ما يذوب بالماء، ويوجد بالهواء الطبيعي غير الملوث بتركيز لا يزيد 0.1 جزء في المليون. ويتأكسد في الطبيعة إلى غاز ثاني أكسيد الكربون في وجود ضوء الشمس بنسبة 1 % من حجمه بالساعة طبقًا للمعادلة الآتية:

$$2CO+O_2 \xrightarrow{\text{أشعة الشمس}} 2CO_2$$

❖ مصادره

ينتج هذا الغاز بسبب الاحتراق غير الكامل للوقود، وخصوصًا في مركبات النقل وذلك لعدم توفر الأكسجين الكافي للاحتراق. وذكرت بعض المصادر البيئية أن السيارة الواحدة تطلق خلال العام الواحد من 1400 إلى 1500 كيلو جرامًا من غاز أول أكسيد الكربون أي أن كل 1000 سيارة تطلق حوالي 4 طن تقريبًا من هذا الغاز يوميًا.

كما ينتج من العديد من الصناعات مثل مصافي البترول وصناعاته، ومصاهر الحديد والفولاذ وغيرها. كما ينتج هذا الغاز من أكسدة البكتريا لبعض المركبات في التربة. إلا أن عوادم السيارات تشكل المصدر الرئيسي لتلوث الهواء بهذا الغاز. ويبين الشكل أدناه مصادر غاز أول أكسيد الكربون.



(2) غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2

عبارة عن غاز عديم اللون والرائحة، ولكن له طعم غير مقبول ويتراوح تركيزه في الهواء الجاف غير الملوث 300-330 جزء من المليون. وبسبب إطلاق كمية كبيرة من هذا الغاز من مصادر مختلفة على الصعيد العالمي فقد وصل تركيزه في الهواء إلى 346 جزء من المليون عام 1988. ويكون أقل تركيز له في الهواء في النصف الثاني من النهار حيث تكون عملية التمثيل الضوئي في أوجها والتي تستهلك كميات كبيرة من هذا الغاز لإنتاج الكربوهيدرات. ويعتقد أن هناك زيادة سنوية لتركيز هذا الغاز تقدر 00.7 جزء من المليون سنويًا بسبب احتراق الوقود.

❖ **مصادره**

يصل ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي من عدة مصادر منذ ملايين السنين. ومن بين تلك المصادر التي بدأ ظهورها مع الثورة الصناعية – حرق الإنسان للوقود الأحفوري. ويعد هذا المصدر الآن، مصدرًا كبيرًا لثاني أكسيد الكربون، وأصبح تأثيره كبير على توازن دورة الكربون.

يُعتبر الفحم الحجري كربونًا خالصًا تقريبًا، ويتكون البترول والغاز من الكربون (على هيئة هيدركربونات) بصورة أساسية. ونحن نحرق تلك الأنواع من الوقود في الأكسجين (الموجود في الهواء) لإنتاج الطاقة اللازمة للتدفئة، والإنارة، والانتقالات. ويؤدي حرق الوقود الأحفوري في الوقت الحاضر إلى إطلاق 26 بليون طن تقريبًا من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي كل عام .

ومن الجدير بالذكر أن الاحتراق الكامل للوقود يشكل المصدر الأساسي لتلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكربون كما توضح المعادلات الآتية:

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$

$$C_2H_4 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2$$

$$C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2$$

$$2C_6H_6 + 15O_2 \longrightarrow 12CO_2 + 6H_2$$

$$2C_6H_{18} + 25O_2 \longrightarrow 18CO_2 + 18H_2O$$

كما يتضح من المعادلات السابقة فإن كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعثة تعتمد على نوع الوقود المستخدم. كما أن احتراق المواد البلاستيكية المحتوية على بوليمرات البولي ايثيلين Polyethylene والبولي استيارين polystyrene عند حرارة 300–450 درجة مئوية ينتج عنه انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون.

وتشير تقارير الأمم المتحدة إلى أن الأنشطة البشرية عموما باختلاف انواعها تتسبب في إطلاق 177 مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون على مستوى العالم.

الغازات المركبات الكبريتية

تتوفر المركبات الكبريتية في جميع أنواع البترول بكميات مختلفة من 0.5 إلى 3.0 % ويمكن أن تصل إلى 7 %، ويعدّ الخام المحتوى على أقل من 0.5 % كبريت خامًا منخفض الكبريت، وأعلى من ذلك يعدّ خامًا عالي الكبريت.

ويدخل الكبريت في تركيب مركبات مختلفة، منها غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2، وغاز كبريتيد الهيدروجين H_2S ، والمركبتانات RSH ، والكبريتيدات R-S-R ، وثنائي الكبريتيدات R-S-S-R، والكبريتيدات الحلقية.



أمثلة للمركبات الكبريتية الحلقية

يمكن تقسيم هذه المركبات إلى قسمين رئيسيين هما:

- أكاسيد الكبريت SO_x
- الكبريتيدات والمركبتانات

(1) أكاسيد الكبريت SO_x

للكبريت عدة أكاسيد غازية مثل أول وثاني وثالث أكسيد الكبريت SO، SO_2، SO_3 إلا أن أكثرها تلويثًا للهواء هو ثاني أكسيد الكبريت SO_2 وثالث أكسيد الكبريت SO_3.

غاز ثاني اكسيد الكبريت SO_2

يُعد ثاني أكسيد الكبريت من أخطر ملوثات الهواء، وهو غاز عديم اللون وغير قابل للإشتعال. وعندما تكون نسبة الرطوبة في الهواء مرتفعة، فإن ثاني أكسيد الكبريت، يتحول عن طريق التفاعلات الكيموضوئية إلى ثالث أكسيد الكبريت SO_3، الذي بدوره يتحد مع قطرات الماء مكونًا حمض الكبريت H_2SO_4.

ويتراوح تركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء داخل المدن الكبيرة بين **0.01** و**0.2** جزء في المليون، وعندما يصل تركيزه في الهواء إلى **0.1** جزء في المليون، أو أكثر، فإن الرؤية تنخفض إلى حوالي **8** كيلومتر بسبب زيادة التفاعلات الكيموضوئية المكونة للضباب الدخاني. كما أن زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء الرطب تزيد من تآكل المعادن وتجويتها، فنجد أن الألمونيوم يزداد معدل تآكله في المدن الملوثة بثاني أكسيد الكبريت، عنه في الأرياف بمعدل **14—17** مرة. ويرجع التآكل السريع لبعض التماثيل والنصب المصنوعة من الأحجار خاصة الحجر الجيري في المدن الكبيرة، مثل تمثال الحرية في مدينة نيويورك بشرق الولايات المتحدة الأمريكية، والأهرامات حول القاهرة في مصر، إلى ارتفاع حموضة الأمطار والضباب الناتج عن ارتفاع تركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في الجو، كما توضح المعادلات الكيميائية التالية:

$$S + O_2 \xrightarrow{\text{احتراق}} SO_2$$

$$2SO_2 + O_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} 2SO_3$$

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

$$H_2SO_4 \longrightarrow H^+ + HSO_4^-$$

$$CaCO_3 + H^+ \longrightarrow Ca^{++} + HCO_4^-$$

كما أن النسبة بين حمض الكبريتيك وثاني أكسيد الكبريت في الهواء الجوي تتوقف على عدة عوامل مثل:

1- كمية الرطوبة الموجودة في الهواء.
2- وقت تواجد الملوثات الكبريتية في الهواء.
3- كمية المواد المساعدة على التفاعل.
4- كمية ضوء الشمس.
5-معدل ترسيب الحمض.

وعمومًا فإن معظم ثاني أكسيد الكبريت في الغلاف الجوي يتأكسد إلى ثالث أكسيد الكبريت الذي يتفاعل مع الماء منتجًا حمض الكبريتيك ويتأكسد ثاني أكسيد الكبريت أيضا إلى كبريتات خاصة كبريتات الأمونيوم ويسلك الغاز مسار التفاعلات الآتية:

1. التفاعلات الضوئية الكيميائية.
2. التفاعلات الضوئية الكيميائية والكيميائية في وجود أكاسيد النتروجين أو الهيدرروكربونات خاصة الأوليفينات .
3. العمليات الكيميائية داخل قطرات الماء.
4. التفاعلات على الجسيمات الصلبة في الغلاف الجوي.

ثالث أكسيد الكبريت SO_3

ينتج هذا الغاز كما ذكرنا من تفاعل غاز ثاني اكسيد الكبريت مع الأكسجين الموجود في الهواء. وهو غاز عديم اللون ذو رائحة معينة، فعال وله قدرة جيدة على الاتحاد مع الماء مباشرة مكونًا حمض الكبريتيك.

وتحول غاز ثاني أكسيد الكبريت الي ثالث اكسيد الكبريت ثم إلي حمض الكبريتيك يعتمد على مجموعة من العوامل مثل كمية الرطوبة الموجودة وشدة ودوام أشعة الشمس وكمية المواد المساعدة على التفاعل ومواد الامتصاص.

ولا ينتج غاز ثالث أكسيد الكبريت من حرق أنواع الوقود الرديئة المحتوية على الكبريت إلا بنسبة قليلة تتراوح بين 1-10% من مجموع الأكاسيد الكبريتية المنبعثة. وغاز ثالث أكسيد الكبريت هو غاز غير ثابت

سرعان ما يتحلل بالحرارة ليعود مرة أخرى مكونًا ثاني أكسيد الكبريت، وهذا هو سبب عدم تكونه ووجوده بنسبة كبيرة بين الغازات الناتجة عن حرق الوقود المحتوى على كبريت.

(2) الكبريتيدات والمركبتانات

ينتج عن عمليات استخراج البترول والغاز ومن مصافي البترول الخام وبعض العمليات الصناعية داخل المنشآت البترولية العديد من المركبات الكبريتية الملوثة للهواء وللانظمة البيئية الأخرى. ومن هذه المواد الملوثة غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S ومركبات الكبريتيد العضوية الأخرى الأولية والثنائية الملوثة للهواء مثل كبريتيد ثنائي الميثيل CH_3SCH_3، وثنائي الكبريتيد ثنائي الميثيل CH_3SSCH_3 وبعض المركبتانات (الثايولات) الخفيفة كالمركباتان الميثيلي CH_3SH وغيرها. إلا أن معظم هذه المركبات هي مركبات ثقيلة تميل للتركيز في المنتجات البترولية الثقيلة وفي مخلفات عمليات التكرير. وعادة ما تكون هذه المركبات الكبريتية ذات رائحة قوية كريهة وهي ذات آثار سمية تختلف باختلاف تركيزاتها وأنواعها. إن الكثير من المواد الكبريتية الموجودة في البترول الخام ومشتقاته يتم إزالتها في وحدات الهدرجة والتي يتحرر منها غاز كبريتيد الهيدروجين والذي يعد من أهم الملوثات البترولية وأكثرها ضررًا وسمية.

غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S

إنه غاز ذو رائحة كريهة وقوية تشبه رائحة البيض الفاسد ليس له لون ويوجد بصورة طبيعية في البيئة وقد يتكون وينبعث حيثما تكون النفايات التي تحتوي على الكبريت قد تفتت بفعل البكتيريا. فشبكات المجاري وخزانات التحليل ونفايات ومخلفات المواشي ومصاريف المياه الآسنة الخاصة بالإنسان والشاحنات التي تنقل النفايات والمخلفات الكيميائية قد تنبعث منها غاز كبريتيد الهيدروجين وكذلك من الممكن أن يوجد هذا الغاز في المياه الجوفية خصوصًا في الآبار قرب حقول البترول أو الآبار التي تتخلل الصخور الرملية. كذلك يوجد غاز كبريتيد الهيدروجين في الغازات البترولية والطبيعية ويحتوي الغاز الطبيعي على 28% من غاز كبريتيد

الهيدروجين لذا فقد يتسبب في تلوث الهواء في المناطق التي يوجد بها إنتاج للغاز الطبيعي وكذلك في مناطق مصافي البترول كذلك من الممكن أن ينبعث الغاز من خلال الصناعات التي ترتكز على مركبات الكبريت.

وينتج غاز كبريتيد الهيدروجين بكثرة مع الغاز الطبيعي حيث تصل نسبته في بعض الأحيان الي 28 %، ويتواجد أيضًا بكميات صغيرة في صورة ذائبة في البترول الخام لذلك فهو يكون أحد النواتج العرضية لصناعات تكرير البترول كما أنه ناتج أساسي من وحدات الهدرجة.

الأكاسيد النتروجينية NO_x

توجد المركبات النتروجينية في البترول بكميات صغيرة" من 0.03 إلى 0.3 %، وتزداد نسبة النتروجين في البترول بزيادة الوزن النوعي، ونسبة المواد الراتنجية، ويوجد النيتروجين في الغالب على صورة مركبات ذات طابع عضوي، وتتركز المركبات النتروجينية أثناء التقطير بصورة أساسية في المتبقي بعد عملية التقطير الأولى وهو المازوت.

ويقصد بأكاسيد النتروجين مركبات النتروجين الغازية والتي تتكون من اتحاد النتروجين بالأكسجين تحت درجات حرارة عالية كما هو الحال عند احتراق الوقود في الأفران أو في وسائل النقل وغيرها وأهم هذه المركبات أول أكسيد النتروجينNO وثاني أكسيد النتروجينNO_2 وأكسيد النتروز N_2O حيث إن هذه المركبات الثلاثة تتواجد في الهواء بكميات يمكن الكشف عنها. وتنتج أكاسيد النتروجين بشكل طبيعي حيث ينبعث معظمها من مصادر طبيعية بسبب نشاط البكتريا في التربة والتي تعمل على تثبيت النتروجين الجوي، كما تنطلق الأكاسيد النتروجينية طبيعيًا من تفاعل الأكسجين مع النتروجين في الهواء عند حصول الزوابع والبرق.

أما المصادر الصناعية فينتج حوالي 70% من أكاسيد النتروجين الموجود في الجو من احتراق الوقود داخل السيارات والباقي من الصناعات المختلفة ومن محطات توليد الكهرباء وغيرها.

ومن بين أكاسيد النتروجين المختلفة تنحصر السمية في أوكسدين هما أول أكسيد النتروجينNO وثاني أكسيد النتروجينNO_2.

(1) أول أكسيد النتروجين NO

غاز عديم اللون وهو لا يساعد على الاشتعال العادي أخف من الهواء وله رائحة حادة، ويتكون من اتحاد النتروجين بالأكسجين في الهواء الجـوي بفعل حرارة احتراق الوقود.
كما أن أول أكسيد النتروجين ينتج من عمليات التحلـل الحيـوي بفعـل الكائنات الدقيقة، وكذلك من عمليات الاحتراق وبفعـل البـرق (التفريـغ الكهربي للسحب الرعدية)، والذي بدوره يتفاعل مع الأكسـجين الجـوي مكونًا غاز ثاني أكسيد النتروجين. وتقدر الكمية المقذوفة من هذا الغـاز إلى الجو من كلا المصدرين الطبيعي والصناعي بحوالي 520 مليون طن سنويًا يأتي 80% منها من المصادر الطبيعية.

(2) ثاني أكسيد النتروجين NO_2

غاز بني مصفر وذلك نتيجة امتصاصه للون الأخضر المزرق في وجـود أشعة الشمس، كما أنه يتفاعل مع الماء مكونًا حمـض النتيريـكHNO_3 وحمض النتروزHNO_2 اللذان يشكلان مصدر للتلوث بالأمطار الحامضية.
ففي البداية يحدث تفاعل كيموضوئي حيث يمـتص غـاز ثـاني أكسـيد النيتروجين الأشعة فوق البنفسجية من الأشعاع الشمسـي ليتكـون أول أكسيد النيتروجين والأكسجين الذري:

$$NO_2 \xrightarrow{\text{Energy}} NO + O\cdot$$

ومن ثم يتفاعل الأكسجين الذري مع الأكسجين الجزيئي مكونًا الأوزونO_3

$$O\cdot + O_2 \longrightarrow O_3$$

ومن ثم يتفاعل غاز الأوزون مع الهيـدروكربونات مثـل الميثـان CH_4 والإيثان C_2H_2 والإثيلين C_2H_4 المنبعثة من الاحتراق الكامل وغير الكامل للوقود الأحفوري، مكونًا حمض النيتريكHNO_3.
كما يأتي غاز ثاني أكسيد النتروجين من تأكسد أول أكسيد النتروجين بفعل أكسجين الهواء في درجات الحرارة العالية. وتأتي سمية هذا الغـاز مـن إمكانية تفاعله مع الهيدركربونات الغازية والمركبات العضوية المتطـايرة

VOCs مكونًا مواد ملوثة سامة تسمي المؤكسدات الكيميائية الضوئية مثل الأوزون الأرضي. كما أنه يتفاعل مع بخار الماء كما ذكرنا مكونًا حمض النيتريك النتيريك HNO_3 وحمض النتروز HNO_2 اللذان يشكلان مصدر للتلوث بالأمطار الحامضية كما تبين المعادلة التالية:

$$2NO_2+H_2O \longrightarrow HNO_2 + HNO_3$$

الهيدركربونات

الهيدروكربونات هي المركبات المكونة من عنصري الكربون والهيدروجين، مثل غاز الميثان CH_4، والإيثان C_2H_2، والإثيلين C_2H_4 والبنزبيرين C_2OH_{12}.

ومعظم الهيدروكربونات المسببة لتلوث الهواء تحتوي جزيئاتها على 12 ذرة كربون أو أقل، وهي إما أن تكون غازات أو سوائل متطايرة (سريعة التبخر).

والهيدركربونات البترولية المسئولة عن تلوث الهواء تشمل الهيدروكربونات الخفيفة والمركبات العضوية المتطايرة VOCs. وتنبعث هذه المركبات من الجو من التبخر المباشر من خزانات المنتجات البترولية الخفيفة، أو من التبخر من وسائط النقل أثناء ملئ الخزانات وتفريغها، أو من محارق الصناعة البترولية كالشعلات. فقد أجريت دراسات عن شعلات المحارق البترولية أثبتت أن كفاءة الاحتراق في هذه الشعلات تتراوح بين 65–86% وأن نواتج هذه المحارق تحتوي على أكثر من 250 مركب كيميائي.

ويُعد المصدر الأساسي لهذه الغازات في الهواء الاحتراق الكامل وغير الكامل للوقود، وتسهم السيارات بنحو 50% من غازات الهيدروكربونات المنبعثة في الهواء، ويعتمد معدل انبعاث هذه الغازات مع عادم السيارات على سرعة السيارة وتسارعها. فعندما تسير السيارات على الطرق السريعة بسرعة ثابتة من 85 ـ 90 كيلومترًا في الساعة، تكون كفاية محرك السيارة مرتفعة، وبالتالي يكون معدل انبعاث هذه الغازات مع عادم السيارة منخفضًا. أما في داخل المدن؛ حيث تضطر السيارات إلى تقليل السرعة ثم التسارع، فإن كفاءة المحرك تتدنى مما يجعل احتراق الوقود فيه غير كامل، وبالتالي يزداد معدل خروج الهيدروكربونات مع عادم السيارات إلى الهواء. ويُعد البنزبيرين C_2OH_{12} Benzoperene من

أشد المركبات الهيدروكربونية ضررًا على الإنسان؛ إذ يُجمـع البـاحثون على أنه من أهم المواد المسببة للسرطان. وينتج مركب البنزبيرين مـن احتراق الوقود، ومن القار المستخدم في الطرقـات، وصـناعة المطـاط والسجائر. وتصل كمية ما يستنشقه الأنسان من مركب البنزبيـرين فـي بعض المدن ما يعادل الكمية المتحصل عليها من عشرات السجائر. فقـد قدر أن كمية البنزبيرين الذي يستنشقها الإنسان في مدينة ديترويت بولاية ميتشجان بشمال الولايات المتحدة الأمريكية تعـادل كمـا لـو دخـن 37 سيجارة يوميًا، أما في مدينة برمنجهام البريطانية فتصل كمية البنزبيرين الذي يستنشقها الإنسان يوميًا ما يعادل تدخين 50 سيجارة.

الدقائق الجسيمية

وهي جسيمات سائلة أو صلبة دقيقة تنتشر في الهواء، ويختلف حجم هذه الدقائق فقد يكون حجمها كبيرًا بحيث يمكـن رؤيتهـا بـالعين المجـردة كالدخان smoke أو سخام soot أو غبار dust، أو أن يكون صغيرًا لا يري بالعين المجردة وبناء على حجم الجسيمات هناك نوعين هاميين من المواد الجسيمية الدقيقة:

(1) الجسيمات الخشنة Coarse Particles

وهي الجسيمات التي يكون قطرها يتراوح بين 2.5–10 ميكرميتر وتنتج عادة من حركة السيارات على الطرق غير المعبدة، والكسارات، وتذريـة الرياح، وثوران البراكين والحرائق وانتشار ذرات الغبار وغيرها وتسمى (PM 10).

(2) الجسيمات الدقيقة الناعمة Fine Particles

وهي الجسيمات التي يقل قطرها عن 2.5 ميكروميتر وتسمى علميًا (PM 2.5) وعادة تنتج الجسيمات التي لا يزيد قطرها على 2.5 ميكرومتر من احتراق الوقود في محركـات السـيارات، ومحطـات توليـد الكهربـاء، والمصانع، وحرق الأخشاب.

وينجم عن الدقائق الجسيمية عدة مشكلات أهمها زيادة الحالات الإسعافية، والتنويم بالمستشفيات المتعلقة بأمراض القلب والرئتين، وتدني في كفاءة عمل الرئتين، وأحيانًا الموت المبكر. ويتعدى تأثير هذه المـواد العالقـة المشكلات الصحية ليشمل تدني الرؤية، وما تسببه من مشكلات، وتـدمير للألوان والدهانات ومواد المباني.

وقد تبقى الجسيمات وخاصة الناعمة معلقة في الهواء خصوصًا بالقرب من المصانع كما يمكن أن تحملها الرياح إلى مسافات بعيدة.

الأوزون الأرضي

الأوزون جزيء مبني من 3 ذارت أكسجين وينتج من نشاط الأشعة الفوق بنفسجية على جزيئات الأكسجين. يمتاز الأوزون برائحة مميزة، ووجود غاز الأوزون ضروريًا خاصة في الطبقة العليا من الغلاف الغازي لحجب الأشعة فوق البنفسجية الضارة.
يتكون غاز الأوزون في الطبقات السفلى من الغلاف الجوي (ويطلق عليه في هذه الحالة الأوزون الأرضي) عندما يحتوي الهواء على ثاني أكسيد النيتروجين ولو بتراكيز قليلة، وذلك عن طريق امتصاص غاز ثاني أكسيد النيتروجين للأشعة فوق البنفسجية من الإشعاع الشمسي لينتج أول أكسيد النيتروجين والأكسجين الذري كما توضح المعادلات:

$$NO_2 + hv \longrightarrow NO + O\cdot$$

ومن ثم يتفاعل الأكسجين الذري مع الأكسجين الجزيئي مكونًا الأوزون O_3

$$O\cdot + O_2 \longrightarrow O_3$$

وعندما يكون أول أكسيد النيتروجين متوفرًا في الهواء فإن الأوزون يتفاعل معه ما يقلل تركيز غاز الأوزون في الهواء.

$$O_3 + NO \longrightarrow NO_2 + O_2$$

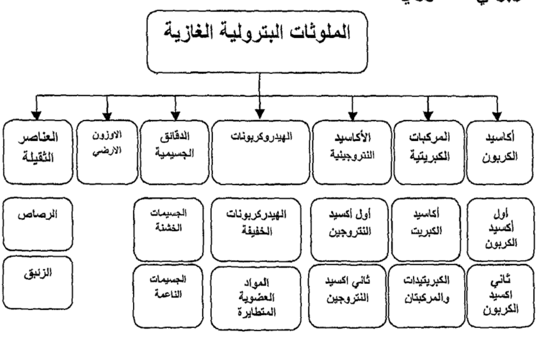
مركبات الرصاص

تعتبر جسيمات الرصاص من الملوثات الهوائية التى تنبعث من مصادر متعددة يستخدم فيها الرصاص ومركباته كمواد خام كما هو الحال في صناعة مبيدات الحشرات والدهانات وصناعة البطاريات. كما تستخدم مركبات الرصاص ككبريتيد الرصاص وكرومات الرصاص في عمليات

مركبات الرصاص ككبريتيد الرصاص وكرومات الرصاص فـــى عمليـــات الطلاء وفى صناعات مختلفة مثل صناعة صــفائح المنـــازل والقصـــدير وحروف الطباعة. ويعتبر استخدام الرصاص مع وقود الســـيارات علـــى هيئة مركبات هالوجينية مثل رابع ايثيل الرصاص أحد المسببات الرئيسية لتلوث الهواء بالرصاص؛ حيث تتحول إلى مركبات غير عضوية تنبعـث من عوادم السيارت إلى الهواء.

الزئبق ومركباته

يعتبر الزئبق من أخطر ملوثات الهواء وخاصة بعد معرفـــة أن الزئبـــق العضوى يتحول إلى صورة عضوية سامة هى ميثيل الزئبـــق Methyl Mercury عن طريق بعض الكائنات الدقيقة ويتركز فى العظام. ويعتبر الزئبق ملوثًا هوائيًا خطرًا لأنه يوجد فى صورة بخار الزئبـــق ويســـبب بخار الزئبق آثارًا تدميرية للجهاز العصبى المركزى. وأهم مصادر الزئبق الجوى الأصباغ ومصانع محطات الطاقة التي تعمـــل بـــالفحم ومحطـــات تصنيع الزئبق، كما يصاحب إنتاج الطاقة من الأنواع الأخرى من الوقـــود الكربوني الأحفوري.



شكل 2-1 مخطط لأهم الملوثات البترولية الغازية

ثالثًا... الملوثات البترولية السائلة

ويشمل هذا النوع من الملوثات جميع المخلفات السائلة المتعلقة بصناعة البترول والتي أهمها المخلفات الآتية:

- سوائل الحفر المستخدمة في التنقيب واستخراج البترول، حيث تنتج كميات كبيرة من المياه المصاحبة للنفط المتدفق من المكمن حيث يجري فصل الماء عن البترول ويعالج لخفض نسبة الزيت فيه إلى الحدود المسموح بها ثم يصرف إلى البحر.
- المحاليل المستخدمة في أحواض فصل الماء والأملاح عن البترول الخام.
- مياه غسيل الأرضيات داخل وحدات تصنيع البترول الخام وداخل وحدات التكرير.
- المياه الناتجة عن معالجة البترول كالمياه الناتجة عن العمليات الصناعية داخل وحدات تصنيع وتكرير البترول.
- مياه الموازنة التي تستخدام في موازنة ناقلات البترول.
- مياه تبريد المنتجات البترولية.
- مياه غسيل الماكينات والالات داخل وحدات تكرير البترول.

وغالبًا ما يحدث التلوث بالملوثات البترولية السائلة بسبب تسرب المنتجات من الأنابيب أو ناقلات البترول الخام أو الشاحنات الحوضية بسبب الحوادث أو أعمال التخريب. كما يحدث التلوث بالمواد البترولية السائلة بسبب زيادة تدفق وطفح المشتقات البترولية السائلة التي تنساب من الخزانات عند ضخ هذه السوائل الي الخزانات.

وإضافة أن جميع المياه المستخدمة داخل وحدات تكرير وتصنيع المنتجات البترولية مثل المياه الصناعية المستخدمة في التبريد والغسيل والشطف ومياه عمليات التصفية تعتبر كلها من الملوثات البترولية السائلة. كما يوجد في المصافي شبكات لمياه الصرف الصحي البلدية وشبكات مياه الأمطار، وغالبًا ما تتلوث المياه المتدفقة خلال هذه الشبكات بجزء من المواد البترولية. إن جميع المياه الناتجة عن مصافي البترول الخام تطرح في الانهار أو البحيرات أو البحار أو تطرح في الصحراء بعد خروجها من المصافي بعد معالجتها معالجة متخصصة حيث إنها تحتوي على كثير من المواد الهيدروكربونية والترسبات ونسبة عالية من الأملاح الذائبة مما

يستلزم معالجتها قبل طرحها الي المواقع المخصصة لذلك.
تستخدم كميات كبيرة من طين الحفر وهو سائل كثيف يتم ضخه باستمرار إلى أسفل أنبوب الحفر ليقوم بتزييت رأس الحفار وتنظيفها من قطع الصخور الصغيرة التي تجلب إلى السطح حيث يتم إزالة الصخور ويستمر تدوير طين الحفر الملوث بالبترول لذا يجب معالجتها قبل التخلص منها لما لها من تأثير ضار على البيئة.

رابعًا... الملوثات البترولية الصلبة

وهي تشمل الملوثات التي تتواجد على هيئة صلبة وتنقسم هذه الملوثات إلى:

أ- الرواسب الصلبة (الحمأة) الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصناعي.
ب- المواد البترولية الثقيلة الناتجة عن وحدات معالجة المشتقات البترولية والتي تترسب في الخزانات والصهاريج.
ت- مخلفات عمليات تكرير البترول الخام الصلبة.
ث- الرمال المستخدمة في وحدات الترشيح.
ج- العوامل المساعدة المستخدمة المستهلكة والتي تحتوي على العناصر الثقيلة مثل النيكل والفانديوم والرصاص.
ح- الطين والوحل الناتج عن عمليات الحفر.
خ- فتات الصخور والمال الملوثة الناتجة عن عمليات الحفر.
د- المخلفات الورقية والبلاستيكية المتخلفة داخل الوحدات الصناعية والإدارية.
ذ- البراميل الفارغة والتالفة الخاصة ببعض المواد الكيميائية مثل رابع ايثيلات الرصاص.
ر- بقايا الورنيشات والدهانات والملدنات والمواد اللاصقة.
ز- الرواسب الناتجة عن الترميد وحرق المخلفات.
س- قطع الغيار التالفة الغير صالحة للمعدات والماكينات.
س- المنصات البحرية المستهلكة وبقايها الفولاذية.

وتعد الترسبات التي تحدث داخل قيعان الخزانات (خصوصا خزانات

البترول الخام) من أهم الملوثات البترولية الصلبة التي تسبب مشكلات داخل وحدات صناعة البترول، وخاصة عند تراكمها على مدى سنوات طويلة فتسبب العديد من الأضرار منها:

1- تقليل السعة التخزينية للخزان لشغل هذه الترسبات جزء من مساحة الخزان.
2- هدر في كمية البترول الخام.
3- تحدث مشاكل في التشغيل نتيجة لترسب هذه الترسبات الي الوحدات التشغيلية.
4- ارتفاع كلفة التنظيف والإزالة وصعوبة القيام بها.
5- قد تؤدي هذه الترسبات إلى حدوث تأكل في الخزانات وخاصة عند مكثها سنوات طويلة بدون إزالتها وتنظيفها.

وتعتبر هذه الترسبات أحد المخلفات الخطرة الناتجة عن صناعة البترول حيث تكمن خطورتها في احتوائها على الهيدركربونات الثقيلة مثل المركبات الأروماتية العديدة الحلقات العطرية والتي تصنف على أنها من المواد المسرطنة، وكذلك المعادن الثقيلة كالفاناديوم والزئبق والكادميوم والنيكل التي يأتي جزء كبير منها من مخلفات العوامل المساعدة المستخدمة في عمليات التكرير والمعالجة مثل مخلفات العوامل الحفازة. ويؤدي طرح هذه المكونات في البيئة الي تلوثها والحاق الضرر الشديد بها مما يستلزم التخلص منها بطريقة آمنة بتجفيفها وحرقها في محارق خاصة ثم طمرها في مواقع طمر مجهزة لهذا النوع من المخلفات الخطرة.

خامساً... المخلفات الصلبة والخطرة من عمليات تكرير البترول:

تتخلف عن عمليات تكرير البترول العديد من المخلفات الصلبة الخطرة ذات الطبيعة الكيميائية الضارة والسامة للانظمة البيئية والتي لها مخاطر من الناحية الصحية للانسان وهي تشمل المخلفات الاتي:

أ- رواسب خزانات البترول الخام.
ب-رواسب خزان الجازولين الخالي من الرصاص.
ت-مستحلب الزيت المروق وراسب الترشيح.
ث-حمأة وحدة ازالة الاملاح.

ج- العامل الحفاز المستهلك والجسيمات الدقيقة من التكسير بالعامل الحفاز.

ح- العامل الحفاز من عملية التهذيب(الاصلاح بالعامل الحفاز).

خ- العامل الحفاز من عملية الازمرة.

د- حمأة الالكلة بحمض الكبريتيك والعامل الحفاز.

ذ- الالكلة بفلوريد الهيدروجين بالعامل الحفاز والحمأة الناتجة (فلوريد الكالسيوم).

ر- الأحماض الذائبة في الزيت من الكلة فلوريد الهيدروجين.

ز- العامل الحفاز من عملية البلمرة.

س- الكبريت خارج المواصفات - حمأة الكبريت- والعامل الحفاز من الامين والكبريت.

وسوف نعطي أمثلة عن بعض هذه المخلفات من خلال السطور القادمة.

1- رواسب خزانات البترول الخام

تعتبر رواسب الخزانات هي مستحلب من الجزيئات الصلبة والزيت الثقيل والماء التي تستقر في القاع مع مرور الزمن، والمكونات الخطرة الموجودة في رواسب الزيت الخام تكون مشابهة للموجودة أصلا في الزيت الخام وتشمل البنزين والتولوين والمواد الكبريتية والهيدروكربونات العطرية والمعادن الثقيلة.

2- رواسب خزان الجازولين الخالي من الرصاص

تحتوي رواسب خزانات الجازولين الخالي من الرصاص والهيدروكربونات الثقيلة وبعض المعادن الثقيلة والصدأ والقشور.

3- حمأة وحدة ازالة الأملاح

تتكون هذه الحمأة في قاع وحدة ازالة الاملاح وتشمل هذه الحمأة

الاملاح وتشمل ايضا غازات ومعادن ثقيلة والبنزين والهيدركربونات الثقيلة.

4- العامل الحفاز المستهلك والجسيمات الدقيقة من التكسير بالعامل الحفاز

تحتوي الغازات المنطلقة من استرجاع العامل الحفاز على حبيبات من العامل الحفاز تجمع من خلال السيكلونات أو المرسبات الاليكتروستاتيكية المكونات الخطرة تشمل النيكل والكوبلت والموليبدينم والالمونيوم.

5- العامل الحفاز من عملية التهذيب(الإصلاح بالعامل الحفاز).

يسترجع (ينشط) العامل الحفاز (كلوريد البلاتينيوم أو الالومينا) ويعاد استعماله. المكونات الخطرة تشمل الهيدركربونات مثل البنزين وبعض المعادن الثقيلة.

6- العامل الحفاز من عملية الازمرة.

تفاعلات الأزمرة تتم للهيدروكربونات البارافينية ذات الوزن الجزيئي المنخفض، مثل تحول البيوتان العادي والبنتان العادي إلى الأيزوبيوتان والأيزوبنتان. كذلك أزمرة النفثينات الحلقية ذات الحلقة الخماسية إلى الحلقة السداسية. العامل الحفاز المستخدم هو البلاتينيوم وكلوريد البلاتينيوم في عملية أزمرة البيوتان والنافتا. المكونات الخطرة تشمل الهيدركربونات مثل البنزين وبعض المعادن الثقيلة.

7- حمأة الالكلة بحمض الكبريتيك والعامل الحفاز.

تجري الألكلة عند درجات حرارة وتحت ضغوط معتدلة في وجود العوامل الحفازة، ويعدّ حمض الكبريتيك أكثر العوامل الحفازة فعالية في عمليات الألكلة.

$$CH_3-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{C}} + CH_2-\overset{CH_3}{C}-CH_3 \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{C}}-CH_2-\overset{CH_3}{CH}-CH_3$$

أيزوبيوتيلين　　　　　　　　　　أيزوأوكتان

المكونات الخطرة في حمض الكبريتيك المستهلك تشمل الحمض نفسه والهيدركربونات.

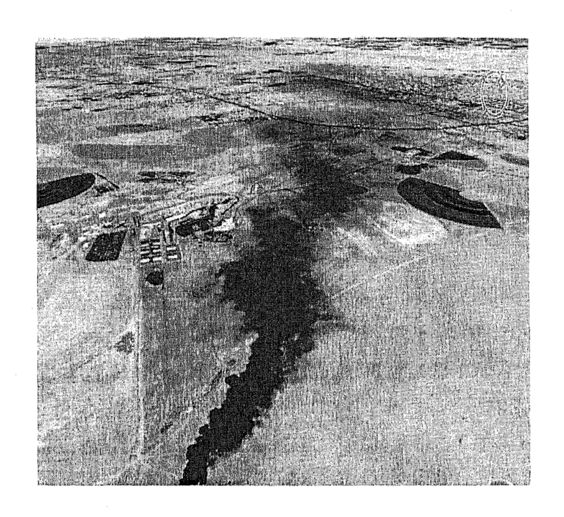
8- العامل الحفاز من عملية البلمرة.

البلمرة كما هو معروف هي اتحاد جزيئين أو أكثر من مركب ما، لتشكيل مركب آخر ذي وزن جزيئي أكبر؛ أي أن البلمرة هي عكس التكسي، ففي أي عمليات للتكرير تتكون هيدروكربونات غازية، ويتم ذلك بوضوح وبشكل بارز في عمليات التكسير .وإذا عرضت الغازات لدرجات حرارة مرتفعة ولضغوط عالية يمكن التحكم فيها، فإن جزيئاتها تتحد" تتبلمر "في، جزيئات أكبر مكونة منتجات سائلة تسمى البلمرات Polymers

المكونات الخطرة المحتملة في عمليات البلمرة بالعامل الحفاز تشمل حمض الفسفوريك والمعادن والهيدركربونات.

الفصل الثالث

التلوث الناتج عن مراحل الصناعة البترولية



الفصل الثالث

التلوث الناتج عن مراحل

الصناعة البترولية

أولاً... التلوث الناتج عن استكشاف واستخراج البترول الخام

ثانيًا... التلوث الناتج عن إنتاج البترول الخام

ثالثًا... التلوث الناتج عن نقل وخزن وتصدير البترول الخام

رابعًا... التلوث الناتج عن تكرير البترول الخام

خامسًا... التلوث الناتج عن استهلاك المنتجات البترولية

سادسًا... التلوث الناتج عن صناعة الغاز

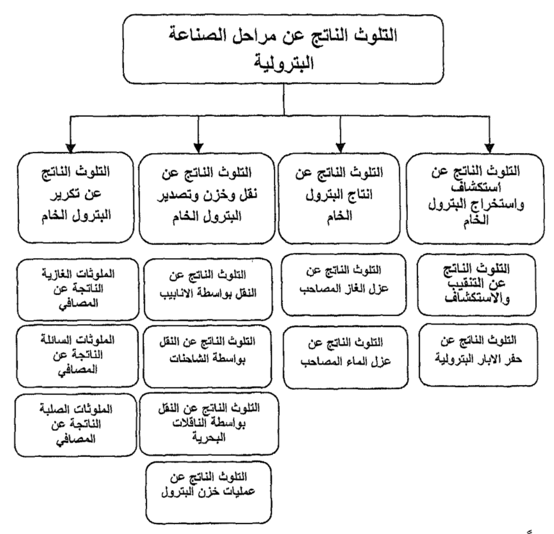
مقدمة

تعد المخلفات المشتقات الناتجة عن صناعة البترول من اخطر مهددات البيئة أن لم تراع ضوابط السلامة والحفاظ على البيئة. ذلك لأن البترول الخام يحتوي على مواد سامة مثل الكبريت الرصاص وغيرها وهذه المواد تشكل خطرًا كبيرًا على البيئة بمناطق الانتاج، التكرير والتوزيع، وكذلك عبر خطوط النقل المختلفة. إن الخطر على البيئة في حالة البترول يشمل تلوث الهواء والتربة والمياه بما فيها المياه الجوفية، لهذا يهتم القائمون بأمر الصناعات البترولية بمسألة ادارة المخلفات البترولية ودورة هذه المخلفات، وهي في أساسها عمليات مكلفة تستخدم فيها تقنيات عالية لتجنب مخاطر تلوث الهواء والإضرار بالماء والتربة مما يشكل خطرًا كبيرًا على المواطنين القاطنين بمناطق إنتاج وتكرير البترول.

التلوث الناتج عن مراحل الصناعة البترولية

تتعدد الملوثات الناتجة عن مراحل الصناعة البترولية لتعدد تلك المراحل حيث تتميز كل مرحلة بانتاجها للعديد من الملوثات والتي قد تتشابه مع المرحلة التالية لها أو مع مرحلة أخرى طبقًا لطبيعة العمليات التي تصاحب كل مرحلة من مراحل الصناعة البترولية. وعمومًا يمكن إجمال التلوث الناتج عن مراحل الصناعة البترولية بالآتي:

- أولاً: التلوث الناتج عن استكشاف واستخراج البترول الخام.
- ثانيًا: التلوث الناتج عن إنتاج البترول الخام.
- ثالثًا: التلوث الناتج عن نقل وخزن وتصدير البترول الخام.
- رابعًا: التلوث الناتج عن تكرير البترول الخام.
- خامسًا: التلوث الناتج عن استهلاك المنتجات البترولية.



أولاً... التلوث الناتج عن استكشاف واستخراج البترول الخام

تتألف الصناعة البترولية (صناعة استخراج وإنتاج البترول الخام والغاز الطبيعي) من عدة مراحل متتالية تبدأ بمرحلة وضع وإجراء الدراسات الخاصة بالعملية ككل ثم مرحلة الاستكشاف والتنقيب بناء على الدراسات وتنتهي بعمليات الحفر والاستخراج ثم الإنتاج والتوزيع، ولكل مرحلة من مراحل الصناعية البترولية أضرارها البيئية والصحية وتأثيراتها الملوثة. وتنتج عن عمليات استخراج وإنتاج ونقل البترول والغاز العديد من الملوثات التي تنبعث من مختلف أنواع المعدات والماكينات والآلات بما فيها أجهزة الحرق والمشاعل والغلايات والكابسات والمضخات وغيرها وتشمل الملوثات:

الملوثات الغازية الناتجة من الصناعة الاستخراجية

تنبعث من عمليات استخراج البترول والغاز الطبيعي من الحقول والابار الموجودة في البحار والصحاري العديد من الملوثات الغازية التي تشمل غازات وأكاسيد النتروجين والكبريت وأكاسيد الكربون والعديد من الهيدروكربونات والعديد من المركبات العضوية المتطايرة وغاز الميثان، ويبين الجدول التالي اهم الملوثات الغازية المنبعثة اثناء استخراج البترول والغاز الطبيعي.

جدول 3-1

الملوثات الغازية المرافقة لعمليات استخراج البترول والغاز

نوع المادة الملوثة	العملية	الكمية المنبعثة جرام/م3 من البترول أو الغاز المنتج
أكاسيد النتروجين NO_x	استخراج البترول الخام	3.8-3.6
المركبات العضوية المتطايرة VOCs	استخراج البترول الخام	27-3.5
اكاسيد النتروجين NO_x	استخراج الغاز الطبيعي	12-10
اكاسيد الكبريت SO_x	استخراج الغاز الطبيعي	اقل من 0.1
الميثان	استخراج الغاز الطبيعي	10.5-0.25
المركبات العضوية المتطايرة VOCs	استخراج الغاز الطبيعي	15-0.1

- **الملوثات السائلة الناتجة من الصناعة الاستخراجية**

ينتج عن الصناعة الاستخراجية للبترول ملوثات سائلة متخلفة عن عمليات معالجة البترول الرطب في منشأت انتاج البترول الخام. وتحتوي هذه المياه على كميات كبيرة من المواد البترولية تتروح تركيزاتها بين 500-2500 جزء في المليون. وهذه المواد البترولية الموجودة في المخلفات السائلة تحتوي على العديد العناصر الثقيلة كالرصاص

والكادميوم والزئبق والنيكل والنحاس كما أنها قد تحتـــوي علــــى مـــواد فينولية.

ويبين الجدول التالي خصائص الملوثات السائلة الناتجة من عملية استخراج البترول الخام في مواقع الآبار والحقول.

جدول 3-2

خصائص المياه الملوثة الناتجة عن الصناعة الاستخراجية

العنصر	القيم المثالية جرام/لتر	المعدل جرام/لتر
زيت البترول والدهون	1300-100	200
الكربون الكلي العضوي TOC	1600-35	450
المواد الصلبة العالقة الكلية TSS	400-20	75
المواد الصلبة الذائبة الكلية TDS	200.000-30.000	100.000
الأكسجين الحيوي الممتص BOD	340-120	
الأكسجين الكيميائي المستهلك COD	580-180	
الفينول	50	
الكادميوم	0.8	
الكروم	2.4	
النحاس	0.5	
الرصاص	0.2	
الزئبق	0.1	
النيكل	0.45	

وقد يتواجد بمواقع آبار البترول ملوثات سائلة أخرى ناتجة عن هطـــول الأمطار والسيول في المواقع، فسقوط الأمطار في مناطق العمليات يؤدي

إلى تلوث الماء الساقط بالمواد البترولية. وعند قياس نسبة الملوثات في مياه الأمطار بعد سقوطها في مناطق عمليات استخراج البترول وجد أن تركيز الهيدروكربونات يتراوح بين 200–500 مجم/لتر. ويجهز المسئولين في مواقع استخراج البترول حفر بعيدة نسبيًا عن منطقة الحفر ليجمع فيها كل السوائل الناتجة عن اختلاط الأمطار بالمواد البترولية وكل السوائل الهيدركربونية المندفعة من الآبار ليتم التخلص منه بالحرق فيما بعد.

- **الملوثات الصلبة الناتجة من الصناعة الاستخراجية**

تعد أطيان الحفر هي أهم الملوثات الصلبة الناتجة من عمليات استخراج البترول وتسمي أطيان الحفر (بالبنتونايت)، وتتراوح الكميات المنتجة من أطيان الحفر أثناء عمليات الاستخراج بحدود 0.3–0.5 كجم لكل طن من البترول المستخرج. وترجع خطورة أطيان الحفر بيئيًا في أنها تحتوي على بعض المواد السامة مثل البنزين والرصاص بنسبة 0.05 مليجرام لكل كجم. كما تعد الأملاح والكيماويات والأوحال المصاحبة لعمليات الحفر من أخطر المخلفات الصلبة اللموثة للبيئة، وتلجأ منشات البترول إلي نثر هذه المخلفات الصلبة وتخفيفها حيث يتم حفر حفرة بالقرب من البئر للتأكد من عدم جرفها بواسطة الأمطار. ويتم تخفيف المخلفات الطلبة بالرمال بنسبة 1 حجم مخلفات إلي 3 حجم رمال أو تراب ثم تطمر على عمق من متر إلى متر ونصف تحت سطح الأرض، وأحيانًا تنتشر على الأراضي ويتم حرثها وتمزج مع التراب.

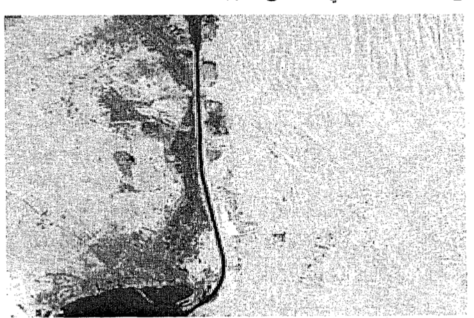
ويمكن تقسيم الملوثات الناتجة صناعة استخراج البترول والغاز(الصناعة الاستخراجية) إلى ثلاثة أقسام طبقًا لمراحل استخراج البترول الخام أو الغاز الطبيعي وهي كالآتي:

1. التلوث الناتج عن عمليات التنقيب والاستكشاف
2. التلوث الناتج عن عمليات حفر الابار البترولية

1- التلوث الناتج عن عمليات التنقيب والاستكشاف

تتألف عمليات الاستكشاف والتنقيب عن حقول البترول والغاز الطبيعي من عدم عمليات متتالية تبدأ بعملية المسح الجيولوجي والمسح الجيوفيزيقي

بالأجهزة وتنتهي بحفر الآبار الاستكشافية. وباستثناء عملية حفر الآبار الاستكشافية فان عمليات التنقيب والايتكشاف لا ينتج عنها الا القليل من التلوث، والذي يتوقف نوعه على طبيعة المناطق التي يجري بها تجارب التحري عن وجود البترول الخام أو الغاز الطبيعي فالمناطق البرية الصحراوية تحتلف عن المناطق البحرية وهكذا. ففي المناطق البرية التي يحفر فيها الآبار الاستكشافية تسبب الانفجارات وعمليات الحفر بالمعدات الثقيلة تلوث ضوضائي ملحوظ يؤثر على سكان هذه المناطق، او تؤثر هذه العمليات على تواجد حيوانات أو طيور بعينها حيث تحد من تواجدها وقد تضطر هذه الحيوانات البرية والطيور إلي الهجرة نظرًا للإزعاج الشديد الذي تسببه الضوضاء لها. أما في المناطق البحرية فإن المسوحات في البحيرات والبحار فقد تسبب ابتعاد الكائنات المائية وخاصة الأسماك عن مناطق التفجيرات وقد تسبب الكيماويات الناتجة عن التفجيرات تسممًا لبعض أنواع الأسماك والكائنات المائية الموجودة بتلك المناطق. وقللت الأجهزة الحديثة من العمليات الملوثة أثناء الاستكشاف والتنقيب عن البترول. أما التلوث الناتج عن حفر الآبار الاستكشافية فيشابه التلوث الناتج عن عملية حفر الآبار الانتاجية ويتمثل غالبًا في تدفق كميات من زيت البترول أثناء عمليات التنقيب عن البترول في المناطق المغمورة أو في المناطق البرية.



صورة تبين التسرب الحادث من 3 آبار نفطية يهدد الثروة السمكية بمنطقة خليج السويس

ب- التلوث الناتج عن عمليات حفر الآبار البترولية

تستخدم العديد من المواد في حفر الآبار الاستكشافية أو الآبار الإنتاجية من أهم هذه المواد:

- المياه.
- الطين.
- الأحماض والكيماويات المختلفة كمواد مضافة.

وتعد هذه المواد المستخدمة مصادر للتلوث الناتجة عن عمليات الحفر، فهذه المواد سواء كانت داخلة أو خارجة من البئر البترولي فإنها يمكن أن تتسرب أو تختلط مع عناصر البيئة مسببة تلوثها. والمواد المضافة أثناء عملية الحفر غالبًا ما تكون مواد سائلة أو صلبة. وتؤدي هذه الإضافات إلى تلوث البيئة المائية بمناطق الحفر أو المناطق المجاورة فتتلوث المياه الجوفية بصورة خاصة والمياه السطحية، كما تتلوث البيئة الأرضية متمثلة في تلوث الأراضي المجاورة لمناطق الحفر. وتختلف درجة التلوث ونوعيته حسب طبيعة المواد المضافة التي تكون ذات طبيعية كيميائية والتي تعتمد بدورها على طبقات الأرض التي يتم حفرها (سواء كانت مسامية أو مصمتة)، وعموما المواد المضافة تتكون غالبا من:

(1) **المياه:** وهي غالبا مياه عذبة أو مياه محتوية على بعض الأملاح مثل أملاح الماغنيسيوم والكالسيوم أو أملاح كلوريد الصوديوم.

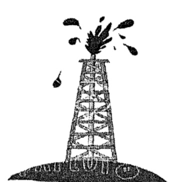
(2) **أطيان الحفر:** وهي نوعين أساسين النوع الأول عبارة عن مواد صلبة غير متفاعلة خاملة إلى حد ما مثل البرايت، الفتات الصخري، حجر الكلس، الرمل، النوع الثاني مواد صلبة متفاعلة مثل المواد الطينية المضافة لزيادة اللزوجة مثل صخور السجيل، الكالونايت، اللايت.

(3) **المواد الكيميائية المضافة:** وتعتمد أنواعها وكمياتها في نوعية الطين المستخدم والذي ستضاف إليه المواد الكيميائية، ومنها مواد مزيدة للزوجة (بوليمرات زيادة اللزوجة)، مواد مخفضة للزوجة، مواد رافعة للقاعدية (مثل القلويات)، مواد زيتية، مواد مانعة للتأكل، مواد مبيدة للبكتريا، مواد مزيلة

للفقاعات وغيرها.

وبصورة عامة فإن المواد المضافة تستخدم للأغراض التالية:

- رفع الفتات الصخري وحبات الرمل الكبيرة من قاع البئر إلى السطح.
- تقوم طينة الحفر بتبريد مثقاب الحفر الذي ترتفع درجة حرارته كلما تقدم في الصخور.
- تقوم طينة الحفر بتثبيت جدران البئر فتمنعها من الإنهيار.
- تقوم طينة الحفر بالتحكم في الغازات التي يقابلها الحفر.
- تتيح طين الحفر للجيولوجيين عينات من الصخور الموجودة في باطن الأرض، لفحصها والاستدلال على نوعها، وكذلك للحصول على المعلومات المتعلقة بطبقات الأرض، والتعرف على أية شواهد بترولية أو غازية.



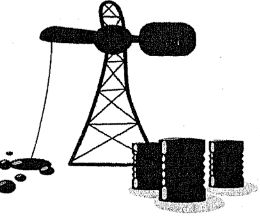
وعند الانتهاء من حفر البئر البترولي والبدء باستخراج البترول الخام من الأرض فإن الأراضي المحيطة بالبئر تتلوث تلوثًا شديدًا بالمواد البترولية وبكميات كبيرة من البترول الخام بسبب النافورة البترولية المتولدة من تدفق البترول الخام إلى الخارج بفعل ضغط المكمن البترولي. كما أنه من الممكن أن يتسرب البترول الخام من خلال جدران البئر مسببًا تلوثًا للتربة والمياه الجوفية أثناء استخراج البترول الخام.كما أن حقن الماء والغاز في بئر البترول عندما يكون ضغط البئر غير كافي لدفع البترول والغاز إلى أعلى يسبب تلوثًا وضررًا شديدًا للبيئة يمكن إجماله في الآتي:

- الغازات المصاحبة لتدفق البترول الخام تلوث الهواء عند وصولها لسطح الأرض نتيجة لتبخرها وتطايرها. ونظرًا لأن البترول الخام عند تدفقه قد يحتوي على مواد سائلة خفيفة قابلة للتبخر والتطاير

فإن هذه السوائل تلوث الهواء بتبخرها وانتشارها في الهواء المحيط.

- تلوث الأرض المحيطة بالبئر والتربة بالبترول الخام وبسوائل الحفر والكيماويات المستخدمة في الحفر كالأحماض.
- تلوث مصادر المياه القريبة سواء كانت مصادر سطحية أو جوفية بالبترول الخام المتدفق من الآبار البترولية، خاصة المياه الجوفية التي تتلوث بفعل التسريب من جدران البئر.
- عند استخراج البترول من البحر فإن تدفق البترول الخام يلوث البيئة البحرية تلوثا شديدا.
- تلوث المنتجات والمحاصيل الزراعية والنباتات البرية الطبيعية القريبة من آبار البترول بسبب تلوث الأراضي المحيطة أو بسبب تلوث مصادر المياه التي تروي بها هذه المزروعات.
- تسمم بعض الحيوانات في المناطق المحيطة بآبار البترول نتيجة تلوث غذائها بالبترول الخام وتتلوث مصادر شربها المائية بالمواد البترولية.

في الآبار الغازية كآبار الغاز الطبيعي فإن مظاهر التلوث نتيجة لحفر الآبار الغازية لا تختلف كثيرًا عن عمليات حفر الآبار البترولية؛ إلا أن التلوث الغازي قد يكون أكثر انتشارًا في حالة الغاز منه في حالة البترول الخام.



وسوف نتحدث عن أهم المواد المضافة أثناء عمليات حفر الآبار البترولية وهي موائع الحفر والتي لها آثار بيئية شديدة.

كان الناس قديمًا يحفرون الأرض بحثًا عن الماء وليس البترول. وفي الواقع كانوا يشعرون بالضيق إذا وجدوا البترول بالصدفة فقد كان يلوث لهم المياه ! وكانت الآبار قديمًا تحفر للعثور على الماء لاستخدامه في الشرب والغسيل والزراعة والحصول على الماء شديد الملوحة (الأُجاج) والذي كان يستخدم كمصدر للملح. وفي القرن التاسع عشر فقط شاع التنقيب عن البترول عندما أدت الثورة الصناعية إلى زيادة الحاجة إلى منتجات البترول.

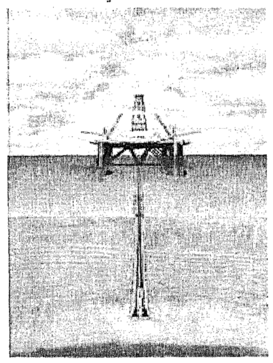
وترجع أول التسجيلات عن حفر الآبار إلى القرن الثالث قبل الميلاد في الصين. وقد تضمنت التقنية المستخدمة وقتها – وهي الحفر بالكابل – إسقاط معدة حفرة معدنية ثقيلة ثم إزالة الصخر المتفتت نتيجة سقوطها باستخدام حاوية أنبوبية. وكان الصينيون متقدمون نسبيًا في هذا المجال وهم يعتبرون أول من استخدم الموائع استخدامًا مقصودًا في عملية الحفر وفي تلك الحالات كان المائع المستخدم هو الماء، وكان يؤدي إلى تليين الصخر مما يجعل عملية اختراقه أسهل، وكان يؤدي إلى إزالة قطع من الصخر المفتت المعروفة باسم الجذاذات (من المهم إزالة قطع الصخور من حفرة البئر لكي تقوم لقمة الحفر بالحفر بحرية وسهولة).

وفي عام **1833** وبينما كان مهندس فرنسي يسمى فلوفيل يراقب عملية حفر باستخدام الكابل حيث كان جهاز الحفر قد وصل إلى الماء، أدرك أن الماء المتدفق كان له تأثير واضح في رفع قطع الصخور إلى خارج البئر ومنذ ذلك الحين تأسس مبدأ استخدام مائع متحرك في إزالة قطع الصخور من حفرة البئر. وقد أعد جهازًا يتم فيه ضخ الماء إلى أسفل داخل عمود الحفر ثم يحمل معه نواتج الحفر عند عودته إلى السطح في الفراغ الموجود بين عمود الحفر وجدار حفرة البئر. وقد أصبح هذا الإجراء إجراء قياسيًا في كل عمليات الحفر المستخدمة حاليًا.

وقد حلت معدات الحفر الدوارة محل معدات الحفر بالكابل إلى حد كبير. وباستخدام تلك التقنية، أصبحت لقمة الحفر موجودة في مقدمة أنبوبة دوارة. وهذه العملية شبيهة بتلك المستخدمة في المثقاب اليدوي أو ملف النجار الذي تستخدمه عندما تريد الحفر في قطعة من الخشب. ولكن بدلا من الحفر لعدة بوصات أو سنتيمترات في الخشب، فإن الآبار الحديثة قد

يصل عمقها إلى عدة آلاف من الأقدام أو الأمتار في باطن الأرض. وعند الحفر في الخشب يتم التخلص من نواتج العملية عن طريق المسارات الحلزونية بطول المثقاب. وهو عمل يكون مجديًا عند التعامل مع الثقوب غير العميقة، وليس مع الآبار العميقة. وبدلاً عن ذلك يتم حمل نواتج الحفر إلى السطح مع الطين العائد.

وكلما ازداد عمق الآبار، تتزايد أهمية موائع الحفر؛ حيث تستخدم في العديد من الأغراض وتحل العديد من المشاكل التي تختلف اختلافًا كبيرًا من مكان إلى آخر.

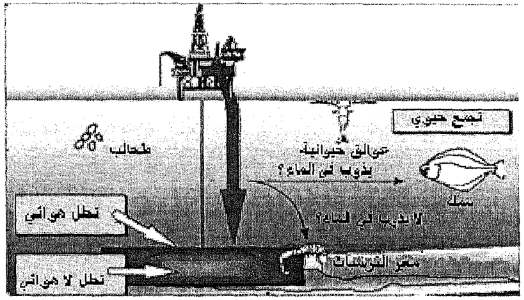


الحفر الدوراني من منصة بعيدة عن الشاطئ؟

مائع الحفر والتلوث البيئي

يعتبر التحدي الأكبر اليوم فيما يتعلق بتركيب موائع الحفر هو مواجهة ارتفاع الضغط ودرجة الحرارة اللذين يوجدان في بعض الآبار العميقة والآبار الأفقية مع تجنب إحداث أضرار بيئية. ويجب اختيار مكونات مائع الحفر بحيث يؤدي أي تصريف للطين أو الصخور إلى أقل ضرر ممكن للبيئة. وتعتبر الاهتمامات البيئية هي العامل المحرك الرئيسي للأبحاث الخاصة بتطوير موائع الحفر، كما أن لصحة العاملين على جهاز الحفر تأثير هام عند اختيار مائع الحفر؛ حيث يتم اختيار المنتجات بحيث يكون لها حد أدنى من الضرر على الصحة.

وبالرغم من أن الموائع هي مواد أساسية في عمليات الحفر الناجحة لبئر البترول، فيمكنها أن تصبح أحد مظاهر الفوضى والاتساخ الناتجة عن عملية الحفر. أما قطع الصخور التي تم إخراجها من حفرة البئر فيجب التخلص منها، وكذلك أي مائع حفر يظل عالقًا بها، وبينما يكون التأثير البيئي في موقع البئر صغيرًا نسبيًا ومحدودًا في المنطقة المحيطة بعملية الحفر، فيمكن أن يكون التأثير البيئي حول جهاز الحفر كبيرًا. وتعتمد درجة تأثير موائع الحفر على البيئة على نوع الطين المستخدم والظروف البيئية السائدة. وتعتبر موائع الحفر التي أساسها الماء والمستخدمة في عمليات الحفر البحرية أقل تلويثا بالمقارنة بتلك التي أساسها الزيت (وعلى العكس، فإن التصريفات الناتجة من الحفر الذي يتم على الأرض تكون لها تأثيرات مختلفة، ويمكن أن يتسبب محتوى الملح في الطين في خلق مشكلات أخرى غير التي يسببها محتوى الهيدروكربون.



ومع العديد من الملوثات يتغير التأثير على البيئة طبقًا لنوع المادة الملوثة التي يتم تصريفها والتي تتشتت بالتالي خلال البيئة المحيطة. وعند تصريف قطع الصخور الملوثة بالبترول تحت الماء، فإنها لا تتشتت بنفس القدر الذي تتشتت به أنواع الطين التي أساسها الماء، وقد تكون أكواما من الصخور تصبح جزءا من قاع البحر. ويمكن أن يكون للتركيزات الكبيرة من المواد العضوية مثل البترول، تأثير كبير على النباتات والحيوانات التي تعيش في قاع البحر. وعند تحلل المواد العضوية، يتم استهلاك الأكسجين وإنتاج كبريتيدات سامة، وهذه الظروف يمكن أن

تسبب حدوث إزالة تامة لمعظم مظاهر الحياة في قاع البحر قريبًا من جهاز الحفر.
وفي المنطقة المحيطة مباشرة بجهاز الحفر توجد منطقة استخلاص توجد بها نباتات وحيوانات قادرة على تحمل بعض درجات التلوث. أما الكائنات الحية الأقل تحملا والتي تعيش بجوار مصدر التلوث فتظهر بالتدريج بالقرب من جهاز الحفر كلما تمت معالجة الموقع. وأما معظم الخطر فيتركز في دائرة قطرها 500 مترا من موقع جهاز الحفر، ولكن هناك بعض التأثيرات البيولوجية تم الإعلان عنها عن بعد يصل إلى 10كم.
وعند الحفر داخل الماء في مناطق تكون بها تيارات مائية قوية، تميل القطع التي تم التخلص منها إلى الانتشار مكونة غطاءً رقيقا على قاع البحر بالقرب من موقع التصريف، مما يجعلها خاضعة بصورة أكبر لتأثير الكائنات الحية الدقيقة التي تعمل على تحليل مائع الحفر العالق بها والإسراع بتنظيف قاع البحر.

لماذا نستخدم موائع حفر تخليقية؟

نتج عن استخدام قطع الصخور الملوثة بموائع الحفر التي أساسها الزيت خطر شديد على البيئة في أجزاء كثيرة من العالم، وأدى ذلك إلى تطوير موائع حفر تخليقية صديقة للبيئة ليست ذات أداء جيد فحسب، ولكنها أقل سمية أيضًا، وفي معظم الحالات تكون أكثر قابلية للتحلل الحيوي.

كيف يتم اختبار موائع الحفر وتنظيمها؟

يتفاوت تنظيم موائع الحفر حسب الموقع الجغرافي والتشريع المحلي. يتم عمل الاختبار لتحديد مقدار السم للمواد الكيميائية المختلفة. يتم عمل اختبارات إضافية لجمع البيانات حول التحلل الحيوي والتراكم الحيوي.

اختبارات السمية

تستخدم اختبارات السمية للتنبؤ بتأثير المادة الملوثة على البيئة المستقبلة لها. وتستخدم نتائج تلك التجارب في تقدير أقصى كمية من المادة يمكن تصريفها بدون أن يكون لها تأثير سام مباشر على البيئة. ويعتمد نوع الاختبار الذي يتم إجراؤه على التشريعات المحلية وعلى السمية المحتملة الملوثات، فعلى سبيل المثال في بعض الأماكن يتم اختبار موائع الحفر التي أساسها الزيت على كائنات دنيا تعرف باسم "معيدات استخدام

الرسابه". وهذه الحيوانات تحصل على غذائها بأكل الرواسب ويحتمل أن تتأثر بالقطع الملوثة بالزيت التي تتجمع في قاع البحر. أما موائع الحفر التي أساسها الماء، فيتم اختبار تأثيرها على السمك الذي يتعرض غالبًا للمواد القابلة للذوبان في الماء.

تقليل التأثيرات على البيئة

يعتبر التحلل الحيوي عاملاً حاسمًا في تقليل التأثير البيئي طويل المفعول لموائع الحفر. وهناك اعتبار آخر يحكم تصميم مائع الحفر وهو تقليل السمية على السمك ومعيدات استخدام الرسابة والطحالب والعوالق الحيوانية. ولكن من المهم بنفس القدر تقليل كمية الصرف في المقام الأول. ويتم تحقيق ذلك بإعادة تدوير موائع الحفر بقدر ما يمكن وبتصميمها بطريقة يسهل معها تحقيق ذلك. وعلى سبيل المثال فإنه في مناخل هزاز الحجر تنفصل الموائع ذات اللزوجة المنخفضة بسهولة من قطع الصخور، الأمر الذي يؤدي إلى استخلاص مائع الحفر وتقليل كمية المواد العضوية المنصرفة إلى البحر.

وقد بدأت موائع الحفر في صورة طين، أي مجرد طفلة وماء، ولم يتبق من تلك الموائع إلا اسمها. فالموائع الحديثة يتم تصميمها لتواجه حفر متعددة، وهناك الكثير من العوامل التي يجب أخذها في الاعتبار وتقييمها تقييمًا جيدًا، ولا يعد الأمان البيئي أقل من هذه العوامل.

التحلل والتراكم الحيوي ومكافحة التلوث البترولي

التحلل البيولوجي هو تكسير مادة عضوية، مثل البترول، بتأثير كائنات حية، تعرف باسم الكائنات الحية الدقيقة وخصوصا البكتريا. وتتحلل بعض المواد حيويا بصورة أسرع وبدرجة أكبر من المواد أخرى. وينتج عن التحلل الحيوي الكامل يكون الماء وثاني أكسيد الكربون. ويمكن أن تتحلل بعض المواد إلى جزيئات وسطية أصغر. ويسمي ذلك بالتحلل الابتدائي. وعادة ما تكون تلك الجزيئات مركبات وسيطة في عملية التحلل الحيوي النهائي، ولكن يمكن في بعض الحالات أن تكون قادرة على البقاء أو تكون أكثر سمية من المادة الملوثة الأصلية.

ويمكن أن يحدث التحلل الحيوي في ظروف هوائية (في وجود الأكسجين) وظروف لا هوائية (بدون أكسجين). وإذا كانت الملوثات مشتتة تشتيتا

جيدًا في الماء يكون هناك كمية وافرة من الأكسجين المطلــوب للتحلــل الهوائي. ويتحلل الطين الذي أساسه الماء بسرعة لأنه يذوب في المـــاء. ولا تتشتت قطع الصخور الملوثة بالبترول ولكن تميل إلى الاستقرار فـــي منطقة صغيرة من قاع البحر بالقرب من جهاز الحفر، يمكن أن يؤدي هذا التركيز المرتفع للمواد العضوية إلى خلق ظروف لا هوائيـــة عنـــد مـــا يستهلك النشاط البكتيري السريع الأكسجين المتوفر في المنطقة.

التراكم الحيوي:

يسمى تراكم الكيماويات في خلايا الكائنات الحية بالتراكم الحيوي، ويعتمد مقدار التراكم الحيوي على النسبة بين معدل دخول المادة إلى خلايا الكائن الحي ومعدل تكسيرها أو التخلص منها. فإذا قام كائن حي باستيعاب كمية قليلة من المادة الملوثة فقد يكون قادرًا على التخلص منها بدون حـــدوث تراكم ملحوظ، ومع ذلك فإذا لم تكن الكائنات الحية قـــادرة علـــى إزالـــة التلوث من جسمها فسوف يحدث تراكم حيوي. كما يمكن أيضـــا، عنـــدما تكون البيئة ملوثة تلوثًا شديدًا، أن يقوم كائن حي بامتصاص كميـــة مـــن المادة أكثر مما يمكنه التخلص منها في نفس الفترة الزمنيـــة. وســـوف يحدث التراكم الحيوي ما لم يقل تركيز الملوثات.

ثانيًا... التلوث الناتج عن إنتاج البترول الخام

يصاحب البترول أثناء خروجه من البئر غازات وأمـــلاح وميـــاه وشـــوائب ميكانيكية "رمال وطين"، ولذا يجب فصل هذه الأشياء جزئيًا في الحقل، وكليًا بعد ذلك في معمل التكرير. عمليات الفصل هذه تلـــي مرحلـــة اســـتخراج البترول الخام من البئر وتشمل الآتي:

- عزل الغاز المصاحب للبترول.
- فصل المياه.
- عزل الأملاح والشوائب الأخرى.

وتجري هذه العمليات عند السطح وبالقرب من حقول الإنتاج، وتصـــاحب كل عملية من هذه العمليات انبعاث عوامل تلوث مختلفة يمكن أن تصـــيب البيئة.

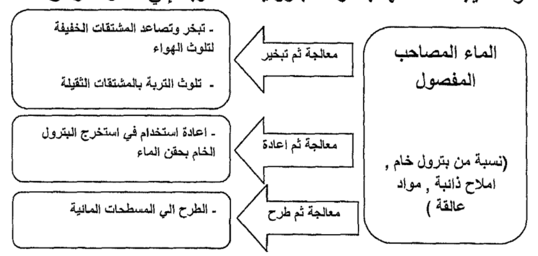
(1) عزل الغاز المصاحب للبترول

غالبًا ما يكون الغاز الطبيعي متواجدًا مع البترول الخام، إما مذابًا أو طافيًا على سطحه وفي هذه الحالة يسمى هذا النوع من الغاز "غاز مصاحب". إنّ الغاز الذي يصاحب البترول أثناء خروجه من البئر، يجب فصله عن البترول . ويتم هذا الفصل في حقول البترول في وحدات خاصة تسمي محطات العزل أو مصايد العزل، وذلك بواسطة خفض سرعة حركة مخلوط البترول الغاز. والخفض التدريجي للضغط بما يضمن فصل المكونات الغازية، وتستخدم طريقة فصل الغاز على عدة مراحل في حالة وجود ضغط عال في البئر. تجمع الغازات المفصولة وترسل إلي وحدات معالجة الغاز الطبيعي حيث يتم تجزئته إلي مكوناته. وفي كثير من الأحيان يضطر إلي حرق كميات قد تكون صغيرة أو كبيرة من الغاز الطبيعي المصاحب المعزول. ويؤدي هذا الحرق إلى تلوث الهواء بالملوثات الغازية الناتجة عن حرق هذا الغاز والتي تشمل أكاسيد الكربون والنتروجين وأكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين. إلا أنه في الآونة الأخيرة يتم الاستفادة من هذا الغاز عن طريق جمعه وتخزينه للاستفادة منه في توليد الطاقة داخل حقول البترول.

(2) عزل المياه المصاحبة

مع البترول الخام المنتج تنتج كميات من الماء خصوصًا عند استخدام أسلوب حقن الماء لاستخراج البترول الخام. وتستخدم المياه أيضًا في عمليات غسل البترول الخام لتخليصه من الأملاح في حالة وجود الأملاح بكثرة مع البترول الخام المستخرج حيث يعمل الماء كمذيب لهذه الأملاح. (وقد أثبتت التجربة العملية انه لكي يمكن تكرير البترول يجب ألا تزيد نسبة الأملاح فيه عن50 مليجرام/لتر، بل وأقل من ذلك، في حالة تكرير البترول مع الحصول على منتجات متبقية [لكوك البترولي مثلا] وتجري عملية نزع الأملاح للحصول على النسبة المذكورة). ويفصل الماء من البترول في بعض الأحوال بسهولة نسبية، ولكنه يكون مستحلبات ثابتة مع البترول في البعض الآخر. ويتم فصل الماء اما في محطات فصل الغاز المصاحب أو في محطات خاصة. وبعد عملية الفصل تأتي مشكلة التخلص من الماء المفصول إذا يحتوي هذه الماء عادة على نسبة من البترول الخام، مع نسب متفاوتة من الأملاح والمواد الصلبة العالقة. ويمكن إعادة استخدام

هذا الماء بعد معالجته مرة أخرى في استخراج البترول الخام بحقن الماء، أو يجري معالجة هذه المياه قبل طرحها إلى المسطحات البيئية، أو يتم تعريض هذه المياه للتبخير الطبيعي بالشمس في أحواض خاصة أو حفر خاصة أو في العراء؛ إلا أن هذه الطريقة تؤدي إلى تلوث البيئة المحيطة فتلوث الهواء والتربة واحتمال تلوث المياه الجوفية. والاجواء المحيطة سوف تتلوث بالمشتقات البترولية الهيدروكربونية الخفيفة التي تتبخر مع الماء الملوث. في حين أن التربة سوف تتلوث بالمشتقات الثقيلة والأملاح (في حالة عدم عزل التربة). أما المياه الجوفية فسوف تتلوث نتيجة اختلاطها بالمواد البترولية المتسربة إلي داخل الأرض.



ثالثًا...التلوث الناتج عن نقل وخزن وتصدير البترول الخام

يكون البترول الخام جاهزًا للتكرير بعد عزل الماء وعزل الغاز إلخ صاحب؛ إلا أن حقول البترول غالبًا ما تكون بعيدة عن مصانع التكرير وذلك لحاجة مصانع التكرير إلى مصدر دائم للطاقة ومصدر للماء للتبريد بالإضافة إلى تجهيزات فنية كثيرة يصعب توفيرها في الحقول والآبار الموجودة في الصحراء أو تلك الموجودة في البحار. ومن ثم فإنه يقتضي نقل البترول الخام من أماكن إنتاجه إلى مصانع التكرير. وهناك أساليب ووسائل نقل مختلفة تعتمد على مجموعة من العوامل؛ إلا أن الوسائل التالية هي أكثر الوسائل المستخدمة لنقل البترول الخام إلى أماكن تكريره:

1- النقل بواسطة الأنابيب البرية أو البحرية.

2- النقل بواسطة الشاحنات المجهزة.

3- النقل بواسطة الناقلات البحرية العملاقة.

4- النقل بواسطة صهاريج السكك الحديدية (غالبًا خاصة بمنتجات التكرير والوقود أكثر).

ولكل طريقة من هذه الطريقة آثارها الملوثة للبيئة وهذا ما سوف نتناوله في السطور القادمة.

أ- التلوث الناتج عن النقل بواسطة الأنابيب

يعتبر استخدام الأنابيب في نقل البترول الخام أو مشتقاته من أنجح وأجود الوسائل المستخدمة نظرًا لكفائتها العالية ولأنها تعمل لفترة طويلة من الزمن كما أن أضرارها البيئية محدودة. ولنقل البترول ومشتقاته بواسطة الأنابيب العديد من الإيجابيات تتلخص في الآتي:

- إمكانية وسهولة نقل البترول الخام من الحقول والآبار إلى مصافي التكرير.
- إمكانية وسهولة نقل البترول الخام من الحقول والآبار إلى محطات توليد الكهرباء.
- إمكانية وسهولة نقل المنتجات البترولية من مصادر الإنتاج إلى مستودعات وأماكن التخزين.
- إمكانية وسهولة نقل المنتجات البترولية من مستودعات التخزين إلى مستودعات التوزيع والامداد الرئيسية.
- سهولة تشغيل وصيانة محطات الضخ وشبكات الأنابيب.
- يتميز النقل بخطوط الأنابيب باستمرار عملية النقل بصرف النظر عن نوع السائل المنقول أى يتم نقل مختلف أنواع السوائل بالتعاقب داخل خط الأنابيب وليس نقل نوع واحد من السوائل.

ومن الأخطار المحسوبة في نقل البترول عبر الأنابيب، تعرض خطوط الأنابيب لعوامل التعرية والتأكل والتقلبات المناخية والهزات الأرضية والتخريب والكسر؛ مما يعرضها للتلف وتلوث البيئة المحيطة بالأماكن التالفة، ناهيك عن الحرائق الناتجة عن التسربات البترولية.

أسباب حدوث الكسورات في أنابيب البترول

- تأكل الأنابيب لتقادمها (خاصة الأنابيب المعدنية) وعدم وجود انظمة حماية من التاكل.

- حوادث الأنابيب مع وسائل النقل بالاصطدام، كاصطدام وسائل النقل البرية بالأنابيب الأرضية واصطدام الغواصات بالأنابيب البحرية.
- حدوث الزلازل والهزات الأرضية والفيضانات العنيفة يمكن أن تؤدي إلى تحطم وتكسر أنابيب نقل البترول
- أعمال السرقة حيث يقوم اللصوص بعمل فتحات في الأنابيب لسرقة المنتجات البترولية منها.
- الحروب والأعمال العسكرية المتعمدة وغير المتعمدة.
- الأعمال التخريبية اثناء الثورات والحروب مثلما حدث بعد احتلال العراق بالقوات الأجنبية.

ويمكن أن تصاحب الكسورات حرائق تنجم بسبب الأسباب التالية:

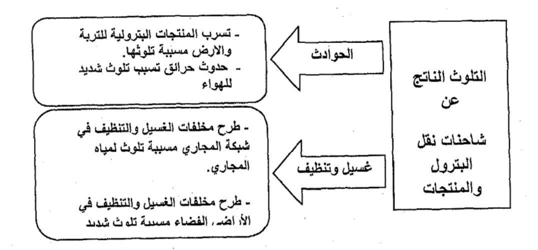
- احتراق وسائل النقل التي تصطدم بالأنبوب
- عدم وجود الانابيب في أعماق آمنة، وعدم اتخاذ احتياطات السلامة والأمان في المناطق التي تمر بها الأنابيب.
- عمليات قصف الأنابيب أثناء الحروب والاضطرابات
- زرع القنابل والعبوات الناسفة والألغام بقصد التخريب.

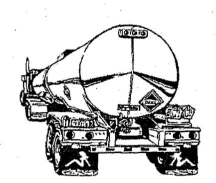
ويتمثل التلوث الناتج عن النقل بواسطة الأنابيب في حدوث كسر للأنابيب وتسرب البترول منها في البيئة، فتتسرب المواد البترولية على الأرض مسببة تلوث للتربة، وفي داخل الأرض مسببة تلوث للمياه الجوفية. أما إذا كانت الأنابيب بحرية فإن التسرب سوف يلوث ماء البحر تلوثًا شديدًا بالمواد البترولية مسببًا أضرار بيئية خطيرة نتيجة للزيت المنسكب والبقع البترولية المتسربة على سطح الماء وفي داخله.

وهناك مصدر آخر كبير للتلوث الناتج عن نشاط النقل بالأنابيب وهو التلوث الناتج عن اختلاط المشتقات البترولية مع بعضها البعض فيما ما يعرف "بالمزيج الملوث" وهو عبارة عن مزيج من المشتقات البترولية (بنزين- نفط أبيض - زيت الغاز) يتكون من جراء الضخ التعاقبي للمنتجات البترولية بالأنابيب.

ب- التلوث الناتج عن النقل بواسطة الشاحنات

تستخدم شاحنات النقل البرية في نقل المشتقات البترولية غالبًا ونادرًا ما تستخدم لنقل البترول الخام. وتصمم هذه الشاحنات بعوامل أمان وسلامة ومتانة عالية. إلا أنه الحوادث تعد السبب الرئيسي لتسرب البترول من هذه الشاحنات. وغالبًا ما تصاحب هذه الحوادث حدوث حرائق تشعل النار في البترول أو مشتقاته مما يسبب تلوث للهواء بجانب تلوث التربة والأرض التي يحدث عليها التسرب. وهناك مصدر آخر للتلوث بهذه الشاحنات فعمليات تنظيف وغسيل أحواض هذه الشاحنات تتم باستخدام منظفات صناعية كيميائية ومذيبات معينة، وغالبًا ما تطرح مخلفات الغسيل والتنظيف للشاحنات في شبكة المجاري العامة مسببة تلوثها الشديد بالزيوت والمنظفات الصناعية والمواد الكيميائية المستخدم في التنظيف والغسيل. وقد تطرح هذه المخلفات في الأراضي الفضاء مسببة تلوث أرضي شديد.





ج- التلوث الناتج عن النقل بواسطة الناقلات البحرية العملاقة

يجري تصدير البترول الخام والمشتقات البترولية عن طريق البحر بواسطة الناقلات البحرية العملاقة حيث يجري تحميلها بالمواد البترولية من مواني خاصة مجهزة ومصممة لهذا الغرض. ويمكن أن تكون هذه المواني على اليابسة أو في البحر على شكل منصات منصوبة في الماء ومرتبطة باليابسة بواسطة أنابيب ممتدة تحت سطح الماء. وتعتبر عملية نقل البترول ومشتقاته بواسطة الناقلات البحرية من أكبر وأخطر العمليات الملوثة للماء إذا يبلغ 25 % من التلوث البترولي للماء بسبب الناقلات البحرية. ويمكن إجمال التلوث الناشي عن التصدير لبترول الخام عن طريق البحر بما يلي:

(1) التسرب الناتج عن ماء التوازن.

تستخدم الناقلات البحرية نظام لحفظ توازنها داخل البحر وخاصة عندما تكون فارغة وتستخدم معظم السفن ماء البحر في عملية التوازن والتثبيت، ويتم تفريغ ماء حفظ التوازن هذا من السفينة أثناء تحميلها بالترول. فعند تفريغ الشحنة في مرفأ يبقى 1.5% من كمية البترول بالعنابر وعند العودة إلى المرفأ يملأ 30 % من حجم المستودعات الناقلة بمياه البحر لحفظ توازنها فتمتزج بكمية 1.5 %من البترول والذي يسمى الصابورة وقبل التوجه إلى ميناء شحن البترول تفرغ ما لديها من مزيج "بترول + ماء" في البحر ويكون قد أصبح مستحلبًا يطفو على سطح الماء مسببًا تلوثًا لماء البحر.

(2) التسرب نتيجة لحوادث الناقلات

تحدث الكثير من الحوادث البحرية للناقلات البترولية والتي من أهمها ارتطام هذه الناقلات بالشعاب المرجانية أو بعضها ببعض أو ارتطامها بأرصفة المواني أو حوادث الغرق؛ حيث تسبب ناقلات البترول وحدها في تسرب الزيت الخام إلى مياه البحار والمحيطات بمعدل يصل إلى 2 مليون طن سنويًا. تؤدي هذه الحوادث إلى حدوث كوارث بيئية عظيمة بسبب تسرب كميات هائلة من البترول الخام الي البحر. ويعد استخدام ناقلات بترول عملاقة لنقل كميات هائلة من البترول أحد أسباب الحوادث،

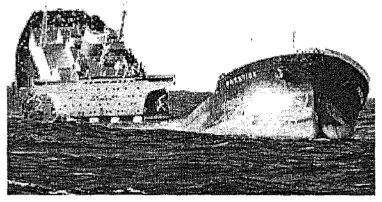
فالحمولة الهائلة تضعف قدرة الناقلة على المناورة وتفادي الارتطام.

(3) التلوث بسبب التسرب من الموانـي

وهو التلوث الذي ينتج عن تسرب البترول من أنابيب البترول الخام التي يتم ربطها بالناقلات عند القيام بعملية التحميل في موانـي التصدير.

(4) التلوث الناتج عن تنظيف الناقلات

يتم غسل وتنظيف الناقلات داخل البحر باستخدام الماء والمنظفات وبعض المذيبات الكيميائية وغالبًا ما تطرح مخلفات التنظيف والغسيل في البحر مسببة تلوثه.



غرق ناقلات البترول كارثة بيئية مهولة

د- التلوث الناتج عن عمليات التخزين

يخزن البترول الخام ومشتقاته في خزانات (صهاريج) ضخمة قرب موانـي التصدير أو قرب منشات التكرير أو قرب الحقول والآبار. ويمكن أن تكون هذه الخزانات منصوبة أو مدفونة في باطن الأرض. ويراعي التصميم الجيد لهذه الخزانات وفق مواصفات خاصة كما يراعي جيدًا احتياطات السلامة والإمان داخل هذه الخزانات وحولها. ويبقى احتمال تلوث البيئة من هذه الخزانات واردًا فيمكن أن يتلوث الهواء بفعل التبخر من هذه الخزانات، كما يمكن أن تتلوث التربة والمياه الجوفية نتيجة لحوادث التسرب التي تحدث غالبا بسبب تآكل جسم الخزانات بفعل الزمن وخصوصًا الخزانات المدفونة في باطن الارض حيث يصبح الكشف عن التسرب أكثر صعوبة.

رابعًا... التلوث الناتج عن تكرير البترول الخام

يخرج زيت البترول الخام، كما يخرج من باطن الأرض، فى صورة خليط من العديد من المكوّنات الهيدروكربونية المختلفة، وكل من هذه المكونات يمكن حرقها ولهذا كان زيت البترول الخام مصدرًا رائعًا للوقود، وبالإضافة إلى ذلك، فإن هذه المكونات في الوقت نفسه هي مصدر كل احتياجاتنا تقريبًا من زيوت التزييت، ناهيك عن آلاف المنتجات الأخرى، ابتداء من مستحضرات التجميل إلى الألياف الصناعية والمطاط الصناعي والبلاستيك وغير ذلك. وبصفة إجمالية، تعرف العمليات المختلفة، التي يتم بواسطتها إنتاج معظم هذه المنتجات باسم عمليات التكرير.

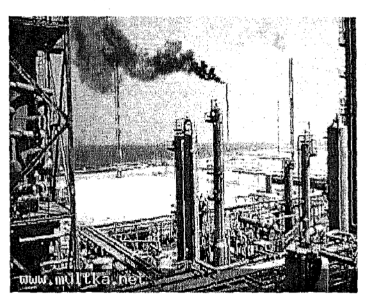
فالتكرير هو العمليات الضرورية التي يمكن بها معالجة الزيت الخام، واستخلاص المركبات العديدة المرغوب فيها منه، وتحويلها إلى منتجات صالحة للاستهلاك، إذ ليس من الممكن استعمال زيت البترول الخام بالصورة التي يوجد بها في باطن الأرض .والمقصود بالتكرير تكسير الزيت الخام إلى مكوناته وجزيئاته الأصلية المكونة من الهيدروجين والكربون، وإعادة ترتيبها لتكون مجموعات تختلف عن الموجودة في الزيت الخام، أي تصنيعها إلى منتجات نهائية صالحة للاستخدام .ويختلف تأثير التسخين على الأجزاء المتعددة للهيدروكربونات، فبعضها إذا فصل من الزيت الخام، يصير غازيا، وبعضها يصبح سائلاً والبعض الآخر صلبًا .ولكل منها درجة غليان مختلفة، وتستعمل هذه الخاصية في التكرير.

وتعد صناعة تكرير البترول من أكثر الصناعات تلويثا للبيئة إذا ينبعث من مداخنها ملوثات غازية وتصرعلي البيئة المائية صرف صناعي ملوث وتختلف أنواع وكميات وطبيعة المواد الملوثة المنبعثة من وحدات التكرير باختلاف هذه الوحدات الصناعية واختلاف طبيعة عملها. وبالرغم من ان وحدات تكرير البترول تصمم بحيث ينبعث منها اقل نسبة من الملوثات البيئية؛ بالإضافة إلى استخدام كافة المخلفات الثقيلة الفائضة عن عمليات التكرير إلا أنه قد ينبعث من وحدات التكرير ملوثات بيئية تتخطي النسب المسموح بها. ويمكن تقسيم مصادر انبعاث المواد الملوثة من مصافي التكرير إلى فئتين هما:

- **المصادر النقطية**: وهي المصادر التي يمكن تحديد مصادرها ونقطة انطلاقها بدقة، وبالتالي يمكن الحد من الانبعاثات التي تنطلق منها

أو معالجتها أو على الأقل يمكن رصدها وقياسها ومراقبة آثارها. إن هذه المصادر مصممة في الأساس لطرح المخلفات منها أو التخلص من المخلفات عن طريقها مثل الملوثات التي تنطلق من المداخن والغلايات والشعلات.

- **المصادر اللانقطية**: وهي المصادر التي تنبعث منها الملوثات ولا يمكن تعيينها أو تحديد كمياتها بدقة. أن هذه المصادر محكمة الإغلاق وغير مصممة لإنطلاق الانبعاثات منها، إلا أنه ومع ذلك فإن الانبعاثات الهاربة **Fugitive Emissions** تنطلق منها وتشمل هذه المصادر الصمامات والمضخات والضاغطات والفلنجات ومستودعات وصهاريج التخزين وغيرها.



التلوث الهوائي الناتج عن تكرير البترول في أحد المصافي

1- الملوثات الغازية الناتجة عن مصافي تكرير البترول

تنبعث من مصافي التكرير العديد من الانبعاثات الغازية والبخارية والرذاذ من المصادر النقطية واللانقطية. فحرق الغازات في المشاعل داخل وحدات تتكرير البترول ينتج عنه العديد من الأكاسيد الغازية كالأكاسيد الكربونية والكبريتيية والنتروجينية وكبريتيد الهيدروجين والامونيا.كما تنبعث نفس الملوثات من المداخن العائدة للغلايات والأفران. كما تنبعث أيضا العديد من الدقائق الجسيمية والمركبات العضوية المتطايرة VOCs

خصوصا من خلال سقوف الخزانات بالتبخر عند ارتفاع درجة الحرارة. ويبين الجدول التالي كميات لانبعاثات الغازية نتيجة تكرير طن واحد من البترول الخام.

جدول 3-3

الملوثات الغازية الناتجة عن تكرير 1طن من البترول الخام

المادة الملوثة	أعلي كمية منبعثة	متوسط كمية الانبعاث
الجسيمات العالقة	0.85 كيلوجرام	3.0-0.1 كيلوجرام
أكاسيد الكبريت	1.35 كيلوجرام	0.62-0.22 كيلوجرام تنخفض إلى 0.1 كيلوجرام عند وجود وحدة استخلاص الكبريت
المركبات العضوية المتطايرة VOCs	1.1 كيلوجرام	0.65-0.55 كيلو جرام
أكاسيد النتروجين	0.35 كيلوجرام	0.65-0.55 كيلو جرام
بنزين، تولوين واكزيلين (BTX)	2.5	6.0-0.75 جرام تنخفض إلى 1 جرام عند وجود وحدة استخلاص الكبريت

2- الملوثات السائلة الناتجة عن مصافي تكرير البترول

تستخدم أنواع مختلفة من المياه بكميات كبيرة جدًا في مصافي تكرير البترول إذ أن كل طن من البترول الخام يحتاج على الأقل إلى 10 متر مكعب من المياه.

وأهم المياه المستهلكة داخل المصافي هي مثل مياه التبريد التي تستعمل في المكثفات والمبادلات الحرارية بالإضافة إلى مياه العمليات وهي عبارة عن مياه الأملاح التي تفصل الزيت الخام، ونظرًا لطول خطوط الأنابيب وتعدد الصمامات والوصلات يحدث تسرب لبعض المواد الهيدروكربونية التي تصل إلى مياه التبريد فتلوثها ويزداد تركيز هذه الملوثات باستمرار

دوران هذه المياه وإعادة استخدامها، ولذلك فإن المياه المنصرفة سواء كانت ناتجة عن تكثيف البخار أم من مياه التبريد أم من مياه العمليات تحتوي على نسب معينة من الملوثات التي يجب أن تعالج قبل دفعها إلى البحر، كما أن بعض هذه المياه يتسم بارتفاع درجة حرارته وهو الأمر الذي يتسبب في حدوث تلوث. أما المياه الملوثة الناتجة عن تكرير طن واحد فتتراوح بين 3.5 –5 متر مكعب مياه صناعية في حالة تدوير مياه التبريد.

ويبين الجدول التالي مواصفات المياه الصناعية الملوثة الناتجة عن تكرير البترول الخام.

جدول 3–4

العوامل الملوثة الموجودة في المياه الصناعية

العامل الملوث	متوسط تركيزات العوامل الملوثة
الاكسجين الحيوي المطلوب BOD	255-155 مجم/لتر
الاكسجين الكيميائي المستهلك COD	620-310 مجم/لتر
الفينول	220-25 مجم/لتر
المواد الهيدروكربونية	300-100 مجم/لتر وتصل الي 5000 في قاع الخزانات البترولية
بنزين	100-1 مجم/لتر
الكروم	100-0.1 مجم/لتر
رصاص	10-0.2 مجم/لتر

3–المواد الصلبة الناتجة عن المصافي

وهي تشمل مخلفات عمليات التكرير من المواد الصلبة بالاضافة إلي الرواسب الصلبة الناتجة عن عمليات معالجة مياه الصرف الصناعي (الحمأة)، والمواد العالقة الصلبة المترسبة في أحواض الترسيب. وينتج

عن تكرير طن واحد من البترول الخام كمية من المخلفات الصلبة تقدر 3-5 كجم. وهذه المخلفات تكون سامة لاحتوائها على المعادن الثقيلة والمركبات العضوية السامة؛ لذا يجب التعامل معها بحرص ويتم معاملتها باعتبارها من الخلفات الخطرة.

خامساً...التلوث الناتج عن استهلاك المنتجات البترولية

بعد تكرير البترول الخام ينتج منتجات بترولية تستخدم في مختلف الاستخدامات الصناعية والمنتجات البترولية هي منتجات كيميائية تستخدم كمواد أولية أو تستخدم كوقود في مختلف الماكينات والمحركات والمركبات ووسائل النقل. ويعد استخدام المنتجات البترولية كوقود من أكثر العمليات الملوثة للبيئة قياسًا بباقي عمليات الصناعة البترولية بل من أكبر العمليات الملوثة على الإطلاق نظرًا للكميات الهائلة من الملوثات التي تنطلق من استهلاك المشتقات البترولية كوقود. ويتم استخدام المشتقات البترولية كوقود من خلال الطرق الآتية:

- استخدام المشتقات البترولية مثل الجازولين والديزل كوقود في مركبات النقل من الطائرات والقطارات والشاحنات.
- استخدام المشتقات البترولية مثل البنزين والسولار في سيارات الركوب.
- استخدام المشتقات البترولية كالكيروسين والغاز البترولي المسيل كوقود في الأغراض المنزلية.
- استخدام المشتقات البترولية مثل زيت الغاز والنفط الأسود كوقود للغلايات والافران في المصافي والمصانع.
- استخدام المشتقات البترولية مثل الغاز الطبيعي والمازوت والسولار كوقود لمحطات توليد الطاقة الكهربية.
- استخدام المشتقات البترولية مثل الجازولين والديزل للمولدات الكهربية الصغيرة.

والملوثات التي تنبعث من استهلاك المشتقات البترولية تتمثل في الآتي:

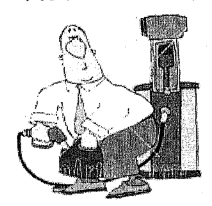
أ- انطلاق المركبات النتروجينية والكبريتية.

ب-إطلاق الرصاص ومركباته في الهواء.

ت- الحرق غير الكامل لأنواع الوقود البترولي.

ث-التبخر من خزانات الوقود.

ج-تراكم زيوت التزييت المستعملة.
ح-انطلاق المركبات السامة الناتجة من استهلاك المشتقات البترولية



سادساً... التلوث الناتج عن صناعة الغاز

الغاز الطبيعي عبارة عن مزيج من المواد الهيدروكربونية وغير الهيدروكربونية وغالبًا ما يكون الغاز الطبيعي متواجدًا مع البترول، إما مذابًا أو طافيًا على السطح. وفي هذه الحالة يسمى " بالغاز المصاحب ." آما توجد حقول تحتوي على الغاز الطبيعي وبشكل مستقل عن البترول. ويسمى في هذه الحالة غاز غير مصاحب أو حر.

يعتبر الميثان أكثر مكونات الغاز الطبيعي الخام وبمعدل حوالي 85% في أغلب الأحيان، يلي ذلك غازات الإيثان والبروبان والبيوتان. بالإضافة إلى الشوائب، يتواجد بعضها بكميات عالية نسبيًا كما هو عليه الحال بالنسبة لغازات النيتروجين N_2 وثاني أكسيد الكربون CO_2 وكبريتيد الهيدروجين H_2S الذي يصل تركيزه في الغاز الطبيعي الي 0.2 % حجمًا، وكميات منخفضة من بعض الغازات الخاملة مثل الارجون والهيليوم.

جدول 3-5

مكونات الغاز الطبيعي

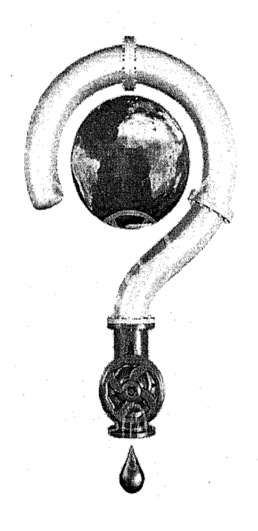
المكون	الصيغة الكيميائي	النسبة المئوية
غاز الميثان	CH_4	%90-80
الايثان	C_2H_6	%20-0.0
البروبان	C_3H_8	
البيوتان	C_4H_{10}	
ثاني أكسيد الكربون	CO_2	%8-0
النتروجين	N_2	%5-0
كبريتيد الهيدروجين	H_2S	%3-0
الغازات الخاملة	Xe، Ne، He،Ar	ضئيلة جدا

عادة ما يجمع الغاز الطبيعي الخام من عدة آبار متجاورة حيث يتم تخليصه من الماء السائل الحر ومن متكثف الغاز الطبيعي. الماء المستخلص يتم التخلص منه كمياه عادمة، أما متكثف الغاز فيرسل إلى محطات تنقية البترول. بعد ذلك، يساق الغاز بواسطة الأنابيب إلى منشأة معالجة الغاز حيث تبدأ المعالجة عادة بإزالة الغازات الحمضية (كبريتيد الهيدورجين وثاني أكسيد الكربون). ترسل الغازات الحامضية المستخلصة من الغاز إلى وحدة معالجة الكبريت التي تحول كبريتيد الهيدروجين الموجود في الغاز الحمضي إلى عنصر الكبريت الذي يمكن الاستفادة منه بدخوله في صناعات عديدة. ويمكن تحقيق ذلك بطرق مختلفة أكثرها شيوعا هو وحدة كلاوس. الغازات الناتجة من وحدة كلاوس عادة تسمى "الغازات المتخلفة" وتخضع لعمليات معالجة إضافية في وحدة معالجة الغازات المتخلفة لاستخلاص ما تسرب من المواد المحتوية على الكبريت وإعادتها إلى وحدة كلاوس. وكغيرها، فإن عملية معالجة الغازات المتخلفة يمكن أن تتم باستخدام طرق مختلفة منها المعالجة الأمينية. أما الغاز العادم الناتج من منشأة معالجة الغازات المتخلفة فيتم حرقه ويطلق إلى الهواء؛ حيث يكون محتويًا على الماء وثاني أكسيد

الكربون.
بعد التخلص من الغازات الحامضية يرسل الغاز الطبيعي إلى وحدة التجفيف للتخلص من بخار الماء الموجود في الغاز. وتتم عملية التخلص من الماء إما بالامتصاص في مادة ثلاثي الجلايكول TEG أو الامتزاز بالضغط المتأرجح وهي عملية تعتمد على مواد ممتزة صلبة. في كلا العمليتين تجفف المادة المستخدمة للتخلص من الماء ويعاد استخدامها من جديد.
يتكون الغاز الطبيعي في معظمه كما ذكرنا من غاز الميثان، وهو وقود نظيف. وعلى سبيل المثال، فإن استنباط قدر معين من الطاقة باستخدام الغاز الطبيعي ينتج عنه قدر من ثاني أكسيد الكربون يقل بنسبة 40% عمَّا ينتج من استخدام الفحم الحجري لاستنباط القدر نفسه من الطاقة و35% أقل من استخدام البترول للغرض ذاته، والمعروف أن غاز ثاني أكسيد الكربون هو الذي يساهم في رفع درجة حرارة طقس الكرة الأرضية، ويتسبب في ما يسميه العلماء (أثر البيت الزجاجي). وزيادة على ذلك، فإن الغاز الطبيعي لا يحتوي على أي قدر من الكبريت تقريبًا، وهذا على العكس من الفحم الحجري والبترول، لذلك فهو لا ينتج لدى احتراقه إلا مقدارًا يكاد لا يذكر من ثاني أكسيد الكبريت، وهو الغاز الرئيسي الذي يسبب الأمطار الحمضية. ومن جهة هامة أخرى، فليس للغاز حين يحترق مخلفات مثل الغبار والرماد، ولا يترك وراءه نفايات نووية يجب على الإنسان التخلص منها.
ويتضح مما سبق أن التلوث الناشيء عن صناعة الغاز الطبيعي يكون ضئيلا بالمقارنة بالبترول والفحم، ويتمثل التلوث الناتج عن هذه الصناعة في عمليات بسيطة جدًا ففي مرحلة تعبئة الغاز فإن الملوث الأساسي المصاحب لهذا النشاط هو تسرب الهيدروكربونات الي الجو اثناء عملية التعبئة، وللتقليل من هذا التلوث يراعي اتمام الصيانة الدورية المنتظمة للصمامات الخاصة بقنوات الغاز وتوفير أجهزة قياس الغازات الهيدروكربونية المتسربة المحمولة والثابتة. فيما يخص المخلفات الصلبة والسائلة الناتجة عن هذه الصناعة فهي قليلة جدا تتمثل في بالمياه المستخدمة لغسل اقنية الغاز المعبأ قبل كل عملية تعبئة لتخليص الأقنية من الرواسب المتراكمة في القعر، ويتم عادة انشاء وحدة معالجة صغيرة لمعالجة المياه الناتجة عن الغسيل أو يتم صرفها إلي مياه المجاري إذا كانت مطابقة للمعايير البيئية الخاصة بالصرف على شبكة المجاري العامة. بالنسبة للرواسب الصلبة فيتم التخلص منها إما بالطمر أو تحرق في محارق مجهزة لهذا الغرض.

الفصل الرابع

التأثيرات البيئية والصحية للملوثات البترولية



الفصل الرابع

التأثيرات البيئية والصحية للملوثات البترولية

أولاً... التأثيرات البيئية للملوثات البترولية.

ثانيًا... التأثيرات الصحية لملوثات الهواء البترولية.

ثالثًا... التأثيرات الصحية لملوثات الماء البترولية.

رابعًا... التأثيرات الصحية لملوثات التربة البترولية.

خامسًا... الأخطار الصحية للمقيمين بالقرب من المنشأت البترولية.

سادسًا... المخاطر التي يتعرض لها العاملين في صناعة البترول.

سابعًا... الوقاية من مخاطر صناعة البترول.



أولاً...التأثيرات البيئية للملوثات البترولية

للملوثات البترولية تاثيرات على البيئة، فتنتشر تلك الملوثات في الأوساط البيئية الثلاثة الهواء والماء والتربة مسببة تأثيرات معينة طويلة وقصيرة الامد. والتأثيرات البيئة للملوثات البترولية تتمثل في تأثيرها على الاتزان الفيزيائي والكيميائي والبيولوجي الموجود على الأرض. وأهم هذه التأثيرات البيئية الاتية:

أ- التغيرات المناخية العالمية
ب- انحلال طبقة الاوزون
ت- الامطار الحامضية

أ- التغيرات المناخية العالمية

تتحكم في المناخ عمليات ودورات جيولوجية كيميائية ناشئة عن التفاعل بين المكونات البيئية المعنية في الوقت الذي تتأثر فيه نشاط البشري. فعلى سبيل المثال، تتسم العمليات البيولوجية والأيكولوجية بأهمية كبيرة في تعديل مناخ الأرض على النطاقين الإقليمي والعالمي عن طريق التحكم في مقادير بخار الماء وغيره من غازات الدفيئة التي تدخل في الهواء أو التي تستنفد من الغلاف الجوي. وتؤثر التغيرات في المناخ على حدود وتركيب وأداء النظم الايكولوجية، مثل الغابات، وتؤثر التغيرات في هيكل وأداء الغابات على النظام المناخي للأرض من خلال التغيرات في الدورات البيولوجية الكيميائية، ولاسيما دورات الكربون والنيتروجين والماء. وهناك روابط أخرى مثل الصلة بين جودة الهواء والغابات، بطريق مباشر أو من خلال الهطول الحمضي.

ارتفاع حرارة مناخ الكرة الأرضية

أدت الأنشطة المتزايدة للإنسان وخاصة في المائة سنة الاخيرة، إلى إحداث تغير في دورة الكربون؛ إذ تبلغ كمية غاز ثاني أكسيد الكربون التي تنطلق من عمليات حرق الوقود (مثل البترول والفحم) بالإضافة إلى عمليات حرق الغابات والاعشاب إلى 15 مليار طن سنويًا، ينطلق حوالي نصف هذه الكمية إلى الغلاف الغازي والباقي تمتصه التربة والغلاف الغازي.

وفي المناطق الصناعية التي تتميز بركود الهواء يصل تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون إلى معدل مرتفع مما يؤثر على صحة وسلامة الإنسان وبخاصة كبار السن الذين يعانون من مشاكل في القلب والدورة الدموية. ففي سنة 1954 أدى تركيز ثاني أكسيد الكربون في الجو في مدينة لندن إلى وفاة 4000 شخص.

بعد أن يستقبل سطح الكرة الأرضية أشعة الشمس يعكس قسمًا كبيرًا من هذه الأشعة على شكل اشعة تحت الحمراء Infrared Radiation لتجنب ازدياد درجة حرارة الأرض بصورة مؤذية.

وعند زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الغازي (نسبة CO_2 حاليًا في الهواء 0.03 % أي 300 جزء في المليون تزداد سنويًا إلى 0.2 %) تقل نسبة معدلات الأشعة تحت الحمراء المعكوسة إلى الأرض إلى الفضاء الخارجي وبالتالي تتجمع في الغلاف الغازي. وهذا يعود إلى خصائص غاز ثاني أكسيد الكربون في امتصاص الأشعة تحت الحمراء الأمر الذي يؤدي إلى رفع درجة حرارة الأرض وتغير المناخ العالمي وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة البيت الزجاجي Green House Effect، ففي البيت الزجاجي يسمح الزجاج بدخول الضوء المنظور (-400

750nm) ولكنه يحجز الأشعة تحت الحمراء المنعكسة من السطح ومن النباتات داخل البيت الزجاجي مسببًا بذلك الارتفاع في درجة الحرارة.

ولو ارتفع معدل درجة الحرارة على المستوي العالمي من 2 – 4 مئوية فإن ذلك يؤدي إلى ذوبان كميات كبيرة من جليد القطبين الشمالي والجنوبي؛ مما يسبب ارتفاع منسوب المياه في البحار والمحيطات وإغراق كثير من المدن الساحلية مثل نيويورك وكوبنهاجن، وكذلك القضاء على نسبة كبيرة من المياه الجوفية والعذبة.

ويتضح مما سبق أن يجب المحافظة على النظم البيئية بالتوفير في استهلاك الوقود الحفري وإيجاد مصادر بديلة للطاقة مثل الطاقة الشمسية والرياح.

وهناك عدة أسباب أدت إلى الحد من زيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون بنسبة كبيرة في الغلاف الغازي من أهمها:

- وجود الغلاف المائي والتربة الذين يقومان بامتصاص قسم كبير من غاز ثاني أكسيد الكربون.
- عدم تحلل جميع المواد العضوية في فترة قصيرة من الزمن بل تحولها إلى مواد عضوية كالدبال Humus تتحلل ببطء، أو البقاء دون تحلل مثل معظم المواد العضوية الموجودة في المستنقعات على شكل الخث Peat ، أو ترسب المواد العضوية في طبقات عميقة تمنع تحللها.
- وجود الطحالب الخضراء التي تقوم بربط كميات كبيرة من المواد العضوية وقسم كبير منها يترسب داخل المحيطات ولا يتحلل.
- التلوث بالغبار في الطبقات العليا من الغلاف الغازي والتي تقوم بعكس قسم من الأشعاع الشمسي وبالتالي تقلل من كمية الأشعاع الذي يصل

لسطح الكرة الأرضية.

غازات البيت الزجاجي الاخري غير ثاني أكسيد الكربون

هي مجموعة من الغازات التي توجد طبيعيا ومن فعل الأنسان، ويأتي بخار الماء في المرتبة الأولى حيث يكون 60% - 70% من غازات البيت الزجاجي، وحيث إن الأنسان ليس لديه تأثير مباشر على معدل بخار الماء في الغلاف الجوي؛ إلا أن نشاطات الأنسان المختلفة تسبب زيادة في الغازات الأخرى والتي بدورها ترفع درجة الحرارة مما يزيد من معدل تبخر مياه المحيطات والبحار، ويأتي الميثان بعد ذلك من حيث تسببه في ارتفاع درجة حرارة الارض ثم يأتي الكلورفلوركربون، يليه أكسيد النتروز N_2O ولأن هذه الغازات تتكون من 3 ذرات لذلك فهي تمنع حرارة الشمس المنعكسة من سطح الأرض من الخروج من غلافنا الجوي إلى الفضاء بما يجعل جو الارض ملائمة للحياة، ولولا هذه العملية لكان العالم عبارة عن كرة ثلجية لانخفاض درجة الحرارة بثلاثين درجة مئوية عما هي عليه الآن.

وظاهرة البيت الزجاجي ظاهرة طبيعية، فهي التي تحفظ حرارة الكرة الأرضية في توازن وتبقى المحيطات سائلة، وبذلك نستطيع العيش براحة، ولكن النشاطات والصناعات التي يقوم بها الإنسان تنتج غازات البيت الزجاجي أسرع من أن تستطيع دورة الكرة الأرضية أن تتخلص منها.

فقد زادت نسبة غاز ثاني اكسيد الكربون منذ بداية الثورة الصناعية حتي يومنا هذا بنسبة اكثر من 30%. أما نسبة غاز الميثان فقد تضاعفت تقريبًا، في حين أن نسبة غاز أكسيد النتروز زادت بنسبة 15 %.

إن السبب الرئيس لزيادة نسب تلك الغازات في الهواء الجوي هو الاستخدام المفرط لأنواع الوقود الأحفوري في توليد الطاقة والتدفئة

وكوقود لتسيير وسائل النقل والمواصلات المختلفة البرية والجوية والبحرية. إن 98% من الزيادة في غاز ثاني اكسيد الكربون يعود الي استخدام الوقود وبالطبع منها الوقود البترولي، في حين أن 24% من الزيادة في نسبة الميثان و18% في الزيادة في اكسيد النتروز يعود لنفس السبب أيضًا.

بناءً على الدراسات العلمية ووفقًا للأكاديمية العالمية للعلوم إن درجة حرارة العالم قد ارتفعت بمقدار 1 درجة مئوية في القرن الماضي المائة السنة الأخيرة، وكذلك ذوبان قمم الجبال الثلجية والقطبين الشمالي والجنوبي، سبب ارتفاع مستوى البحر من 10 –25 سم تقريبًا، تكثف البخار إلى مطر زاد في الأجواء المرتفعة وقل في المناطق الاستوائية، العواصف الممطرة والعواصف الثلجية زادت 10% في أمريكا وكندا.

يتوقع العلماء أن زيادة حرارة المحيطات وذوبان القطبين قد يسبب ارتفاع مستوى البحار حوالي 9 – 100 سم بحلول عام 2100م، مما سوف يؤدي إلى حدوث فيضانات للمناطق الساحلية والجزر وسقوط الأمطار بكثرة على مناطق وحدوث قحط في مناطق أخرى، بالإضافة إلى أن زيادة سقوط الأمطار سوف يغير رطوبة التربة وقد تؤثر على صحة الأنسان وزيادة الأمطار تعني زيادة في بخار الماء في الجو، وزيادة الحرارة تعني زيادة في تكاثر البكتريا مما يؤدي إلى تلوث الغذاء وزيادة الأمراض يتوقع العلماء أن الزيادة في درجة حرارة المناطق الاستوائية سوف يصاحبها زيادة في أعداد البعوض المسبب لمرض الملاريا.

بالإضافة إلى حدوث تقلبات في النظام البيئي والزراعي والاقتصادي واستخدام الطاقة والمواصلات والكثير من الأمور المهمة في حياة الإنسان.

ب- ظاهرة انحلال طبقة الاوزون

يوجد الاوزون بصورة طبيعية في طبقة التربوزسفير التي تسمي طبقـــة الاوزون ووجود غاز الاوزون ضروريًا خاصة في الطبقة العليا من الغلاف الغازي لحجب الأشعة فوق البنفسجية الضارة ذات الموجـــات القصـــيرة وبالتالي منعها للوصول الي سطح الأرض.

ويوجد الاوزون في هذه الطبقة في حالة توازن مستقر، اذ ان سرعة تولده من الأكسجين تساوي تقريبا سرعة اختفائه (سرعة انحلاله الي جزيئات اكسجين) وهذا يعني أنه في ظل هذا التوازن فان سرعة التفاعل التالي في احد الاتجاهين يساوي سرعته في الاتجاه المضاد كما في المعادلة التالية:

$$3O_2 + h\nu \rightleftharpoons 2O_3$$

إلا أن إقحام مواد كيميائية ووصولها لطبقة الأوزون يعمل على تهتـــك حـــاجز الاوزون وتدميره مثل أكاسيد النتروجين وبخار الماء ومركبات الفلوكلوركربون المستعملة في أجهزة التبريد؛ حيث تعمل هذه الملوثات على تحويل الأوزون في هذه الطبقة إلى أكسجين؛ مما يعطي الفرصـــة للأشـــعة فـــوق البنفســـجية ذات الموجات القصيرة من النفاذ لسطح الأرض وإحداث أثرها المدمر على الكائنـــات الحية. ويمكن تلخيص التأثير الذي يحدث لطبقة الأوزون مـــن جـــراء وجـــود اكاسيد النتروجين في المعادلات الاتية:

$$NO_2 + h\nu \longrightarrow NO + O\cdot$$

وتدخل نواتج هذا التفاعل في تفاعلات متسلسة كما في المعادلتين الآتيين

$$NO + O_3 \longrightarrow NO_2 + O_2$$

$$NO_2 + O\cdot \longrightarrow NO + O_2$$

أما مشتقات مركبات الفلوكلوركربون فإنها تنشط بامتصاص طاقة الأشعة فوق البنفسجية منتجة ذرات كلور نشطة كما في التفاعلات الآتية:

$$CF_2Cl_2 + hv \longrightarrow CFCl^* + Cl^*$$

$$CFCl_3 + hv \longrightarrow CFCl_2^* + Cl^*$$

يلي ذلك قيام الكلور النشط الذري بتدمير جزيئات الاوزون على النحو التالي:

$$CL^* + O_3 \longrightarrow OCL^* + O_2$$

$$OCL^* + O\cdot \longrightarrow CL^* + O_2$$

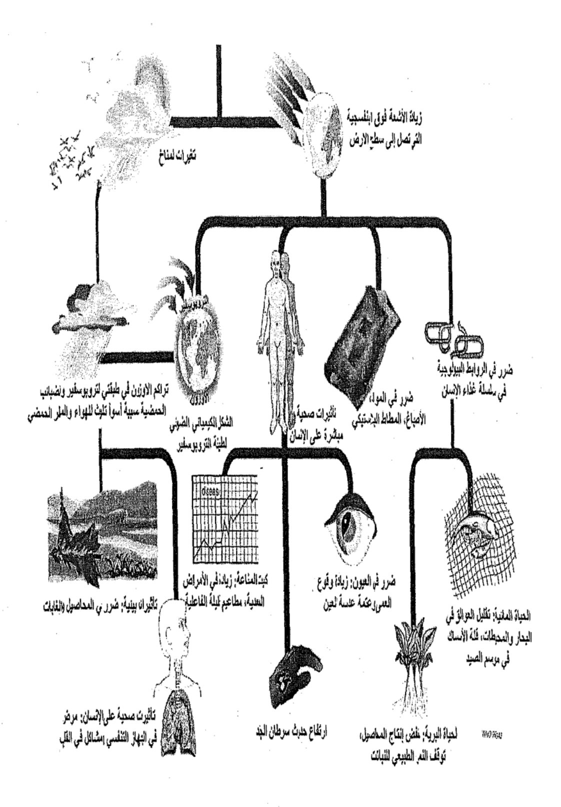
وتستمر سلسلة التفاعلات على هذا النحو لإحداث أكبر تدمير ممكن لطبقة الأوزون بسبب أن الكلور الحر يتولد تلقائيًا من تكرار حدوث التفاعلات.

وقد تبين أن كل ذرة كلور واحدة قادرة على تخريب (100.000) مائة ألف جزيئة أوزون. وقد قدر خبراء البيئة بأنه لو توقف العالم عن إنتاج واستخراج المواد المستنفدة لطبقة الاوزون بشكل تام ونهائي الآن فإن عودة تراكيز الأوزون إلى وضعها السليم في الاستراتوسفير يحتاج إلى 40 سنة كاملة.

ويلاحظ من حصيلة هذه التفاعلات أنها تؤدي إلى تحول الأوزون إلى أكسجين جزئيي دون حصول تغيير في نسبة أكسيد النتريك. وهناك مركبات أخرى لها تأثير أشد في تحلل الأوزون مثل بروميد الميثيل المستخدم كمبيد حشري ومحسن للوقود من المركبات الضارة جدًا بالأوزون. ويتضح تأثير الملوثات البترولية من حيث أن زيادة نسبة أكسيد النيتريك في الجو نتيجة الاستخدام الواسع لأنواع الوقود الأحفوري وبخاصة استخدامه كوقود للسيارات كان له الفعل المباشر في تحلل طبقة الأوزون في القطب الجنوبي مع ثقب أقل اتساعًا في القطب الشمالي.

ويمكن إجمال أضرار نضوب طبقة الأوزون في الآتي:

- استنزاف طبقة الأوزون وزيادة الأشعة فوق البنفسجية يؤديان إلى تكون السحابة السوداء "الضباب الدخاني" الذي يبقى معلقًا في الجو لأيام، وينجم عنه نسبة عالية في الوفيات لما يحدثه من قصور في وظائف التنفس والاختناق.
- تآكل طبقة الأوزون واختراق الأشعة البنفسجية بكميات متزايدة إلى سطح الأرض يضعف من كفاءة جهاز المناعة عند الإنسان ويجعله أكثر عرضة للإصابة بالفيروسات مثل الجرب، أو الإصابة بالبكتريا مثل مرض الدرن وغيره من الأمراض الأخرى.
- مع زيادة التآكل في طبقة الأوزون، يلحق بالعين أضرارًا كبيرة مثل الإصابة بالمياه البيضاء أو المياه الزرقاء.
- إصابة الإنسان بالأورام الجلدية التي من المتوقع أن تصل الإصابة بها على مستوى العالم إلى ما يُقدر بـ (300) ألف حالة سنويًا من السرطانات الجلدية.
- تفاقم أزمة الاحتباس الحراري.
- تآكل طبقة الأوزون يميت ببطء الغلاف الأخضر للأرض... ويُنضب مصادر المياه.
- تأثر الحياة النباتية والزراعية؛ حيث إنه هناك بعض النباتات التي لها حساسية كبيرة من الأشعة فوق البنفسجية التي تؤثر على إنتاجها وتضر بمحتواها المعدني وقيمها الغذائية وبالتالى محصول زراعي ضعيف.
- الحياة البحرية، التي تشتمل على الأسماك والعوالق النباتية لا تستطيع الفرار من الآثار المدمرة لاختلال طبقة الأوزون.. فهذه الكائنات الحية البحرية لها دور كبير في المحافظة على التوازن البيئي وخاصة العوالق النباتية حيث تمتص ثاني أكسيد الكربون من الجو وبالتالى إمداد الأكسجين للكائنات الحية الأخرى والتخفيف من ظاهرة الاحتباس الحراري.



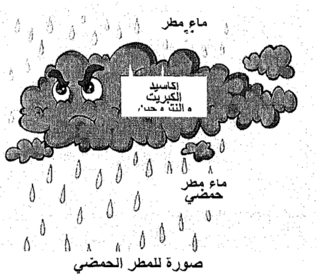
شكل 4-1 تأثيرات اضمحلال ونفاد طبقة الاوزون

ج- سقوط الأمطار الحمضية

الماء النقي يكون غالبًا متعادلاً فيبلغ رقمه (الاس) الهيدروجيني حوالي 7، ماء المطر هو بطبيعته حمضي بدرجة ضئيلة نتيجة تفاعل بخار الماء مع مكونات الهواء الطبيعية مثل ثاني أكسيد الكربون فيذوب ثاني اكسيد الكربون في الماء مكونا حمض الكربونيك وهو حمض ضعيف سرعان ما يتحلل مرة ثانية مع الوقت إلي ثاني اكسيد الكربون والماء مرة أخرى.

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$$

ودلت التجارب أن مياه الأمطار الطبيعية يبلغ الأس الهيدروجيني لها حوالي 5.6 لذوبان جزء من ثاني اكسيد الكربون الموجود طبيعيًا في الهواء فيها مكونا حمض الكربونيك. وهذه القيمة وإن كانت تدل على أن المياه حمضية (أقل من 7) فإن تعد حمضية ضعيفة ولكن إذا قل الاس الهيدروجيني عن ذلك ووصل مثلا إلي 4.5 فإن المياه ستكون بمذاق حمضي صريح وتصنف مياه الأمطار حينئذ بأنها أمطار حمضية. الأمطار الحمضية عبارة عن قطرات المطر التي تلوثت حمضيًا من الهواء الجوي نتيجة لإطلاق أكاسيد الكبريت والنيتروجين إليه، عن طريق احتراق البترول، والفحم، والغاز الطبيعي، والمصانع، من مثل مصانع الأسمدة ومعامل تكرير البترول، والصناعات البتروكيماوية، ومحطات توليد الطاقة الكهربائية.



صورة للمطر الحمضي

عندما تتصاعد الغازات الناتجة عن الاحتراق فإن غازات أكاسيد الكبريت تتحد فورًا مع الأكسجين بوجود الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس، وينتج ثالث أكسيد الكبريت الذي يتحد بعد ذلك مع بخار الماء الموجود في الجو، ليعطي حمض الكبريتيك ويبقى هذا الحمض معلقاً في الهواء على هيئة رذاذ دقيق، تتكاثف حولها قطرات مياه المطر، وتتحول إلى أمطار حمضية.أما الجزيئات الحمضية الجافة، فهي ذرات غبار حمضية في طبيعتها، تسقط على الأرض وتغطي السطح بطبقة رقيقة من الغبار، وعندما يسقط عليها الماء بفعل المطر، فإنها تؤدي إلى زيادة حموضة المياه والتربة. وفي الشتاء يختلط الغبار الحمضي مع ركام الجليد،وعندما يأتي الربيع ويذوب الجليد، تحمل المياه هذه المواد الحمضية إلى الأنهار والبحيرات والتربة.

وقد يتحد ثالث أكسيد الكبريت مع بعض الغازات في الهواء مثل النشادر، وينتج في هذه الحالة مركب جديد هو كبريتات النشادر، أما عندما يكون الجو جافا، ولا تتوفر فرصة لسقوط الأمطار، فإن رذاذ حمض الكبريتيك، ودقائق كبريتات النشادر يبقيان معلقين في الهواء الساكن، ويظهران على هيئة ضباب خفيف، لاسيما عندما تصبح الظروف مناسبة لسقوط الأمطار فإنهما يذوبان في ماء المطر، ويسقطان على سطح الأرض على هيئة مطر حمضي.

هذا وتشترك أكاسيد النيتروجين مع أكاسيد الكبريت في تكوين الأمطار الحمضية حيث تتحول أكاسيد النيتروجين بوجود الأكسجين والأشعة فوق البنفسجية إلى حمض النيتريك. ويبقى هذا الحمض معلقاً في الهواء الساكن، وينزل مع مياه الأمطار، مثل حمض الكبريتيك مكوناً الأمطار الحمضية. كما توضح المعادلات الاتية:

$$SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

$$NO_2 + H_2O \longrightarrow HNO_3$$

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$

نستطيع القول بأن " المطر الحمضى" مصطلح عام يطلق على الطرق العديدة التي تسقط بها الأحماض من الغلاف الجوي، والمصطلح الأكثر دقة له هو "الترسيب الحمضي" والذي يتكون من جزئين:

1- ترسيب حمضى رطب(Wet)

2- ترسيب حمضى جاف(Dry)

ويشير الترسيب الرطب إلى المطر الحمضى والضباب والثلج. وبما أن الماء الحمضي يتدفق فوق ومن خلال سطح الأرض فهو يؤثر على العديد من النباتات والحيوانات ومدى قوة تأثيره يعتمد على العديد من العوامل بما فيها درجة حمضية الماء، كيمياء التربة، نوع الأسماك والأشجار، وكافة الأحياء الأخرى التى تعتمد على الماء.

أما الترسيب الجاف فيشير إلى الغازات الحمضية والجسيمات. وحوالى نصف الحمضية فى الغلاف الجوي تصل للأرض من خلال هذه الرواسب الجافة. ثم تقوم الرياح بدورها بحمل هذه الجسيمات الحمضية والغازات وترسيبها على المباني والسيارات والمنازل والأشجار وبعدها تأتي الأمطار لتغسل هذه الأسطح من أية غازات أو جسيمات تعلق عليها بفعل الرياح، ومن هنا تتحول الأمطار إلى أمطار حمضية بدرجة أكبر من التي تكون عليها الأمطار عندما تتساقط في البداية بدون أية مؤثرات خارجية.

ويمكن تلخيص أثر الأمطار الحمضية على البيئة في النقاط التالية:

(1) **التربة القلوية**: تتفاعل الأمطار الحمضية مع التربة القلوية وتتعادل معها. فعلى الأرض الجيرية مثلا يتكون الكالسيوم نتيجة للتفاعل مع المطر الحمضي وتجرفه الامطار إلى الأنهار. كما تعمل الأمطار الحمضية على إذابة بعض المعادن أو الفلزات الهامة للنبات وتبعدها عن جذور النبات ومن أمثلة ذلك الكالسيوم والبوتاسيوم والماغنيسيوم التي يحملها مياه الأمطار الحمضية بعيدًا عن جذور النباتات إلى المياه الجوفية وبذلك تقل جودة المحاصيل الزراعية.

(2) **التربة الجرانيتية**: وتوجد هذه التربة في بعض الدول السويد والنرويج، فتؤدي الأمطار الحمضية إلى تفتيت الصخور وخاصة في التربة الجرانيتية.

(3) **البحيرات المائية**: تؤدي الأمطار الحمضية إلى زيادة الحموضة في مياه البحيرات وبالتالي قد تسبب في عدم صلاحيتها للأسماك والكائنات الدقيقة. أثرت الأمطار الحمضية في بيئة البحيرات، فبينت الدراسات أن 15 ألف بحيرة من أصل 18 الفاقد تأثرت بالأمطار الحمضية؛ حيث ماتت وتناقصت أعداد كثيرة من الكائنات الحية التي تعيش في هذه البحيرات وخاصة الأسماك والضفادع.

(4) **المحاصيل الزراعية والغابات**: الكثير من النباتات لم تستطع العيش مع الأمطار الحمضية فذبلت وماتت وهو بالتالي يؤدي إلى فقدان المحاصيل الزراعية والأخشاب من الغابات. كما أن المطر الحمضي في كثير من الأحيان يعمل على حرق أوراق الكثير من النباتات مؤدية إلى موتها لعدم كفاية الأوراق التي تقوم بالبناءِ الضوئي.

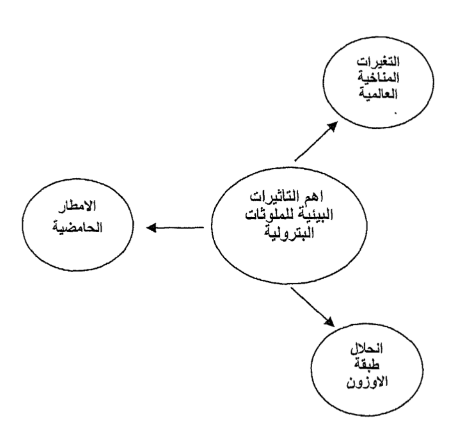
(5) **تآكل الأحجار الجيرية**: فقد لوحظ مثلاً تآكل أو تفتت بعض أحجار برج لندن وكنيسة لودستمتستر. فقد بلغ عمق التآكل بضع سنتميترات نتيجة التفاعل بين غاز ثاني أكسيد الكبريت والأمطار التي تسقط على المدن من حين لآخر. كذلك شوهد أثر الأمطار الحمضية أو الترسيب الحمضي على الأكروديوليس في اليونان والكلولوسيم في إيطاليا وتاج محل في الهند وأبو الهول في مصر.

نظرًا لخطورة ظاهرة الأمطار الحمضية وما ينتج عنها من آثار تخريبية على كافة الأصعدة اقترح الباحثون علاج دائم ويتمثل منع تولد الملوثات قدر الإمكان عن طريق إيقاف انبعاث الأكاسيد العناصر المنتجة للأحماض (أكاسيد الكبريت والنتروجين). وحيث إن هذه الاكاسيد ينتج معظمها نتيجة حرق أنواع الوقود التقليدية، وتخفيض استهلاك الوقود في وسائل المواصلات، وإيجاد وسائل مصادر وقود بديلة بديلة لا تترك آثار سلبية في البيئة مثل الغاز الطبيعي.

باحث مصري يكتشف بكتيريا جديدة تنزع الكبريت وتُحسِّن البترول وتقلل نسبة المواد الثقيلة والقار والأسفلت

توصل الباحث محمد رفعت الشهاوي، خلال دراسة أجراها حديثًا، إلى اكتشاف نوع جديد من البكتيريا لديها القدرة على تحسين خواص البترول الخام، وتخليصه من مادة الكبريت الملوثة للهواء، بالإضافة إلى عملها على زيادة نسبة الوقود في خام البترول، وتقليل نسبة المواد الثقيلة

والقار والأسفلت الموجود به.
وقال الباحث الذي يعمل مدرسًا مساعدًا بمعهد بحوث البترول لـــجريدة «الشرق الأوسط» إنه استطاع مع فريق بحثي من زملائه بالمعهد، عــزل البكتيريا الجديدة من الرواسب البترولية في الخزانات، واكتشــفوا أنهــا تتميز بالعديد من الخواص مقارنة بسلالات أخرى من البكتيريا كانت تقوم مصر باستيرادها، وهي سلالات خاضــعة لعمليـــة التحســين بالهندســة الوراثية لتزيد من قدرتها على تخليص الزيت من الكبريت.
وقال الشهاوي إن الأبحاث تمت على عينات من أثقل أنواع زيوت البترول الخام والتي تحتوي على كميات كبيرة من مادة الكبريت والأسفلت ونسبة ضئيلة من أنواع الوقود المختلفة مثل: الديزل، والكيروسين، والســولار، والبنزين موضحا أنه خلال أبحاثه قد اختار ثلاثة أنــواع مــن البكتيريــا المعزولة من خام البترول المصري دون إجراء أي تعديل وراثي عليهــا، إضافة إلى أربعة أنواع من السلالة المستوردة والمعدلة وراثيًا، لمعرفــة مدى قدرة كل نوع على «التكسير الميكروبي» للكبريت.
وحول خواص البكتيريا المعزولة من بيئة مصرية، أكد أن لها قدرة هائلة على تحسين خواص الزيت الثقيل، كما أدت إلـــى رفـــع نســـبة الوقـــود المستخرج من الخام، وقللت نسبة الاسفلت والقار والمواد الثقيلة بالزيت، وقضت على نسبة كبيرة من الكبريت، لافتًا إلى أن هذه العملية الطبيعيـــة تعد أفضل كثيرًا من العمليات الكيميائية المكلفة، والتي تطلب إضافة مواد ملوثة للبيئة، وأن البكتيريا الجديدة ساعدت على زيادة «الرقم الاوكتاني». للوقود، وهو ما يعني إرتفاع قيمة الخام، وزيادة الرقم الأوكتاني كانت تتم في الماضي عن طريق اضافة الرصاص أو الايثير مما ينتج عوادم سامة خلال احتراقه في محرك السيارة. مشيرًا إلى أن السلالات المعدلة وراثيًـــا من البكتيريا المستوردة، قد نجحت في خفض نسبة الكبريت لكنها رفعــت في المقابل نسبة الاسفلت في زيت البترول، ولم ترفـــع نســـبة الوقـــود، وبالتالي قللت من جودته وقيمته الاقتصادية وكـــذلك لـــم ترفـــع «الـــرقم الأوكتاني» مما يؤكد تفوق البكتريا المعزولة من البيئة.



ثانيًا... التأثيرات الصحية لملوثات الهواء البترولية

الملوثات الهوائية الناتجة عن صناعة البترول والغاز تشكل خطرًا على صحة الإنسان وبيئته عند التعرض لها بتركيزات معينة.حيث تسبب الملوثات الهوائية العديد من الأضرار الصحية للانسان مسببة له الأمراض والتسمم، كما أنها تؤثر على بيئته من حوله فالملوثات الهوائية الثقيلة تترسب في التربة وتنتقل للنباتات والحيوانات وقد تصل إلي الإنسان عبر السلسلة الغذائية. وتنبعث الملوثات البترولية للهواء من المصادر الآتية:

- الانبعاثات التي تنطلق من عمليات استكشاف واستخراج وإنتاج البترول الخام والغاز الطبيعي.
- الانبعاثات التي تنطلق من عمليات نقل وتوزيع البترول الخام والغاز الطبيعي ومشتقاتهما.
- الانبعاثات التي تنطلق من مصافي البترول الخام ووحدات معالجة الغاز الطبيعي.
- الانبعاثات التي تنطلق نتيجة لاستهلاك مشتقات البترول الخام والغاز الطبيعي.

- الانبعاثات الناتجة عن الحوادث والكوارث البترولية والانسكابات في البيئة.
- الانبعاثات الناتجة عن حرق الوقود في محطات القوي الكهربائية وحرق الوقود في وسائل النقل والمواصلات.
- الانبعاثات الناتجة عن العمليات العسكرية والحروب وعمليات التخريب المتعمدة.

وتشكل هذه الانبعاثات كما ذكرنا العديد من التأثيرات الصحية والبيئية، **وبصورة عامة يمكن تصنيف تأثيرات الملوثات الهوائية البترولية كالتالي:**

أ – تأثيرات أكاسيد الكربون

ينتج عن الصناعة البترولية وخاصة حرق الوقود البترولي نوعان من الأكاسيد الكربونية اللذان لهما تأثير صحي على الانسان وهما غاز أول أكسيد الكربون وغاز ثاني اكسيد الكربون.

(1) **تأثير غاز أول أكسيد الكربون** CO

يعتبر غاز اول أكسيد الكربون من أشد الغازات الملوثة للهواء سمية، ويتغير تأثير هذا الغاز على صحة الإنسان تبعًا لتركيزه. وفي الولايات المتحدة الأمريكية فإن تركيز هذا الغاز المسموح به هو 9 جزء في المليون.

- عندما يصل تركيزه إلى 50 جزء من المليون لمدة ستة أسابيع فإن ذلك يؤثر على عمل القلب والدماغ كما يؤثر على حدة الرؤيا.
- عندما يصل تركيزه إلى 85 جزء من المليون فإن فاعلية الدم لنقل الأكسجين تقل بمعدل 15 %.
- التعرض لتركيز 100جزء من المليون لعدة ساعات يسبب الدوران وصعوبة التنفس وارتخاء العضلات.
- واذا وصل التركيز 100 جزء من المليون فإن ذلك يؤدي إلى الغيبوبة والوفاة.
- وعندما يصل التركيز إلى 1000 جزء من المليون تحدث الوفاة حالاً.

ويعزى ذلك إلي قدرة الغاز على الاتحاد بهيموجلوبين الدم بدلا من الأكسجين مكونا كربوكسي هيموجلوبين Carboxy Hemoglobin ؛ حيث إن قدرته للاتحاد مع الهيموجلوبين تفوق قدرة الأكسجين بـ 20 مرة وعندما يصل تركيز أول أكسيد الكربون في الهواء إلى 120 جزء من المليون فإن تركيز الكربوكسي هيموجلوبين تصل إلى 20%، وعندما يصل التركيز إلى 600 جزء من المليون فأنه يصبح تقريبًا كامل الهيموجلوبين محملا بغاز أول أكسيد الكربون.

وعلاوة على ذلك فإن الكربوكسي هيموجلوبين المتكون يعرقل بشكل مؤثر تحرر الأكسجين من جزيء الهيموجلوبين، وهذا يؤدي إلى تقليل كمية الأكسجين المتاحة أكثر فأكثر، كما يفسر ظهور حرمان الخلايا من الأكسجين في حالات التسمم بهذا الغاز برغم وجود تراكيز عالية نسبيًا من الهيموجلوبين بالدم أعلى مما يلاحظ في حالات فقر الدم (الأنيميا).

ويلاحظ أن هناك تداخل بين مستويات أول أكسيد الكربون في الهواء الملوث والمستويات التي تؤدي إلى حدوث تأثيرات ملحوظة وذلك لأن الإنسان لا يتميز بمناعة ضد مستويات التلوث ولكن درجة التأثر بالتلوث قد تختلف من شخص لاخر نتيجة لكثير من العوامل الصحية.

وعمومًا يمكن إجمال تأثير غاز أول اكسيد الكربون على الإنسان بالآتي:

- ضعف في القوة، ارتخاء في عضلات الجسم وبذلك لا يستطيع المصاب المشي خارج المكان.
- ضعف في السمع.
- نقص في الروية.
- غثيان وقيء .
- انخفاض ضغط الدم.
- انخفاض في الحرارة.
- ازدياد النبض مع ضعف في إحساسه.
- أخيرًا الإغماء والوفاة خلال ساعتين.

والجدول التالي يبين التاثيرات التي يحدثها الكربوكسي هيموجلوبين عند تركيزات مختلفة.

جدول 4-1

تأثير الكربوكسي هيموجلوبين الصحية

التركيز %	التأثير
أقل من1 %	لا يوجد تأثيرات واضحة
من1-2%	أدلة على تغير في تصرفات وسلوك الأنسان
من 2-5%	تأثيرات نفسية وعصبية وتدني في الشعور بالزمن وخلل نفسي
أكثر من 5%	تأثر القلب والجهاز التنفسي ورغبة شديدة بالنوم وآلام بالرأس

(2) غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2

لا يعتبر غاز ثاني أكسيد الكربون مصدر تلوث شديد الخطورة على صحة الأنسان والحيوان؛ حيث إنه يوجد في الهواء الطبيعي بتركيز **345** جزء من المليون. في حين تكون الجرعة القاتلة للإنسان من هذا الغاز **80.000** جزء من المليون. ولكن مصدر خطورته تكون في ازدياد تركيزه بنسبة **0.7** % سنويًا. ويعتقد أن تلك الزيادة المستمرة من إطلاق هذا الغاز هي السبب الرئيسي لزيادة درجة حرارة المدن المزدحمة بوسائل النقل. وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة البيوت الزجاجية **Green House phenomenon**.

ويسبب غاز ثاني أكسيد الكربون الاختناق إذا ارتفعت نسبته في الهواء المحيط بالإنسان الي 5 % نتيجة لانخفاض تركيز الاكسجين في الدم وذلك بسبب تفاعل ثاني اكسيد الكربون مع هيموجلوبين الدم مكونا مركب الكاربوامينوهيموجلوبين **Carbaminoohemoglobin**. أما إذا زادت النسبة إلى **10%** فإنه يسبب فقدان للوعي وبالتالي حدوث الوفاة. والتعرض الطويل الأمد للغاز وبنسبة تركيز تتراوح بين **0.5- 1.0%** فإنه يسبب زيادة الكالسيوم في أنسجة الجسم وخاصة الكلية.

ب – تاثيرات الملوثات الكبريتية

ينتج عن استخدام البترول وحرق المنتجات والمشتقات البترولية المحتوية على الكبريت مواد كبريتية مختلفة إلا أن أهم الملوثات الكبريتية للهواء التي لها تأثير صحي هي:

(1) تأثير غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2

يظهر أثر غاز ثاني أكسيد الكبريت على الأنسان على شكل تخريش شديد للأغشية المخاطية في الجهاز التنفسي، ما يسبب السعال الجاف، والألم الصدري، والتهاب القصبات الهوائية، وضيقاً في التنفس. أما إذا تعرض الإنسان لتركيز عال لثاني أكسيد الكبريت في الهواء، فإنه يصاب بتشنجات فجائية واختناق. أما التعرض لمدد طويلة ولو لتراكيز منخفضة من غاز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء، تسبب ظهور أعراض تدني في حاسة الذوق، وحاسة الشم، والتهاب القصبات المزمن، والتصلب الرئوي. وقد أظهرت الدراسات التي أجريت في مدينة نيويورك على الأطفال الذين تراوح أعمارهم بين 1ــ12 سنة، أن الذين يعيشون في اوساط ملوث هوائها بغاز ثاني أكسيد الكبريت يعانون من التهاب القصبات الهوائية بنسبة تزيد بنحو 20% عن الأطفال في الفئة العمرية نفسها، الذين يعيشون في أوساط هوائها غير ملوث بغاز ثاني أكسيد الكبريت. ويعتبر التركيز 150 جزء من المليون هو الجرعة القاتلة للإنسان من هذا الغاز.

جدول 4-2

تأثيرات ثاني أكسيد الكبريت على الانسان

التركيزات جزء في المليون	التأثيرات
5-3 جزء في المليون	أقل كمية يكشف عنها بالرائحة
12-8 جزء في المليون	أقل كمية تسبب هيجان فوري في الحلق
20 جزء في المليون	أقل كمية تسبب التهاب فوري في العيون
100-50 جزء في المليون	أقصى حد مسموح به خلال تعرض قصير 3 دقائق
500-400 جزء في المليون	خطر جدًا ومميت مع التعرض القصير

(2) تأثير غاز ثالث أكسيد الكبريت SO_3

تتشابه التأثيرات الصحية لغاز ثالث اكسيد الكبريت مع غاز ثاني أكسيد الكبريت إلا أن إثاره ليست ملحوظة بدرجة كبيرة لأنه غاز غير ثابت سرعان ما يتحلل بالحرارة ليعود مرة اخري مكونا ثاني أكسيد الكبريت

(3) تأثير غاز كبريتيد الهيدروجين H2S

يعتبر غاز كبريت الهيدروجين من الغازات السامة جدًا إذ إنه أشد سمية حتى من غاز أول أكسيد الكربون، كما أنه يعمل على تسميم الوسائط المستعملة في عمليات المعالجة اللاحقة وهو ذو تأثير تآكلي ولاسيما أن وجوده في تماس مع التجهيزات السطحية والأنابيب يمكن أن يجعل البنية المعدنية لهذه التراكيب أكثر هشاشة، كما أن وجود كبريت الهيدروجين في الغاز يشكل مع الماء هيدرات صلبة عند درجات الحرارة المنخفضة الأمر الذي يؤدي إلى انسداد الأنابيب.

ويدخل غاز كبريتيد الهيدروجين إلى جسم الأنسان من طريق التنفس والجلد. ويؤثر في الجهاز العصبي المركزي، ويثبط عملية الأكسدة الخمائرية بسبب تأثيره على الانزيمات الفعالة الخاصة بالتنفس، ما يحدث اضطرابًا في التنفس الخلوي. كما يؤثر هذا الغاز في قدرة الأنسان على التفكير، ويهيج الأغشية المخاطية في المجاري التنفسية وملتحمة العين.

ويبلغ تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في الهواء المسموح به بين **0.003** و**0.008** جزء في المليون. وبمجرد الشعور برائحة غاز كبريتيد الهيدروجين (رائحة البيض الفاسد) يعني أن تركيزه في الهواء قد تعدى الحدود المسموح بها.

ويمكن اجمال الآثار الصحية للتعرض لتركيزات من غاز كبريتيد الهيدروجين كالتالي:

- التعرض لتركيز (1 جزء في المليون) لا آثار جسدية هامة، حاسة الشم تبقى سليمة ويمكن ان تكتشف ولها رائحة البيض الفاسد.
- التعرض لتركيز (10 جزء في المليون) التهاب العين، وأيضا هو قمة الحد الأقصى المسموح بالتعرض له لمدة ثماني ساعات ويمكن أن تتنفس بدون استخدام أجهزة التنفس.
- التعرض لتركيز (15 جزء في المليون) الحد الأقصى المسموح

بالتعرض له لمدة 15 دقيقة ويمكن أن تتنفس بدون استخدام أجهزة التنفس.

- التعرض لتركيز (100 جزء في المليون) يسبب حرقان العيون والحلق، والصداع، الغثيان، الكحة، حاسة الشم تصبح عديمة الجدوى خلال 3-15 دقيقة.
- التعرض لتركيز (200 جزء في المليون) فشل الجهاز التنفسي أو الجهاز الدوري، الإغماء، النوبات المرضية، فشل الأمعاء والمثانة، الموت خلال 30 دقيقة.
- التعرض لتركيز (300 جزء في المليون) الإغماء الفوري ويقتل في الحال.

ج- تأثير اكاسيد النتروجين

(1) تأثير غاز اول اكسيد النتروجين NO

لم تظهر الدراسات أية تأثيرات ضارة لهذا الغاز على الإنسان أو النبات الا أنه يؤثر على طبقة الأوزون التي تحيط بالغلاف الجوي للكرة الأرضية.

(2) تأثير غاز ثاني اكسيد النتروجين NO_2

يتفاوت تأثير ثاني أكسيد النتروجين على صحة الإنسان تبعًا لتركيزه وفترة التعرض، فعندما يصل تركيزه الي 3 أجزاء من المليون يبدأ الإنسان بالتأثر حيث يسبب تهيج الأنف والعين. وعمومًا أضرار ثاني أكسيد النتروجين كالآتي:

1. يؤدي إلى تهيج الأغشية المخاطية للمجاري التنفسية ويسبب أضرار في الرئة مثل Pulmonary edema.
2. يؤدي إلى تهيج الأغشية المخاطية للعين.
3. يحدث ضررًا في طبقة الاوزون.
4. يكون الأمطار الحمضية.

كما يعتبر ثاني أكسيد النتروجين من الملوثات شديدة الخطورة لأنه يشكل المفتاح الذي يدخل في سلسلة من التفاعلات الكيموضوئية مكونا الضباب الكيموضوئي وذلك بوجود الهيدروكربونات وثاني أكسيد الكبريت وأشعة

الشمس.

د- تأثير الهيدروكربونات

تعتبر الهيدروكربونات وخاصة الأروماتية منها مواد سامة تسبب أمراضا خطيرة مثل تلف الكلى والكبد والتحجر الرئوي والتهابات الجهاز التنفسي ويزداد خطر هذه المركبات بما تنتجه من مشتقات ثانوية نتيجة تعرضها وتفاعلها مع أكاسيد النتروجين في وجود ضوء الشمس لتتكون مركبات يطلق عليها مركبات الضباب الأسود مثل الالدهيدات ونيترات بيروكسي اسيتل والتي بدورها تسبب أذى شديد للإنسان والحيوان والنبات. الجدول التالي يبين سمية بعض المركبات الهيدروكربونية العطرية.

جدول 4-3

سمية بعض المركبات الهيدروكربونية العطرية الاروماتية

المركب	التركيز جزء في المليون	التأثير
البنزين	100	هياج والتهاب في الغشاء المخاطي
البنزين	3000	محتمل لفترة 0.5 – 1 ساعة
البنزين	7500	خطر بعد 0.5 – 1 ساعة
البنزين	20000	قاتل بعد 5 الي 10 دقائق
التولوين	200	تعب – ضعف وتشتت بعد 8 ساعات
التولوين	600	فقد الاتزان واتساع إنسان العين بعد 8 ساعات

هـ- تأثير الجسيمات الدقيقة

توثر الجسيمات على صحة الأنسان بدرجات متفاوتة تبعًا لحجمها وطبيعتها الكيميائية المختلفة. فالجسيمات الكبيرة التي يزيد قطرها عن 50 ميكروميتر لا تعتبر شديدة الخطورة على الأنسان حيث تتمكن الشعيرات المبطنة للجيوب الأنفية من التقاطها ومنع نفاذها إلي الرئتين. أما الجسيمات التي يكون قطرها أقل من 10 ميكروميتر فهي شديدة

الخطورة على صحة الأنسان.

وقد لوحظ أن تأثير الجسيمات يكون أكثر ضررًا مع وجود ملوثات أخرى في الهواء؛ حيث إن لبعض الجسيمات الملوثة للهواء خاصية الادمصاص Adsorption فيمكنها أن تدمص بعض الملوثات الغازية الي سطوحها وتدخل إلى الرئتين مسببة تأثيرًا مزدوجًا. وعندما يصل تركيز الملوثات الى100–130 ميكروجرام / م3 فان ذلك يؤدي إلى زيادة الحالات المرضية للجهاز التنفسي لدى الأطفال، وإذا وصل التركيز إلى 300 ميكروجرام /م3 زادت حالات الالتهاب للشعيبات الهوائية. وعندما يصل التركيز إلى 750 ميكروجرام /م3 فإن ذلك يؤدي إلى زيادة الوفيات بين الأطفال وكبار السن.

و – تأثير الأوزون الأرضي

ومع أن وجود غاز الأوزون ضروريًا خاصة في الطبقة العليا من الغلاف الغازي لحجب الأشعة فوق البنفسجية الضارة؛ ألا أنه عندما يزداد تركيزه في الطبقة السطحية من الغلاف الغازي يتسبب في أضرار صحية كثيرة أهمها حساسية الأغشية المخاطية في الجهاز التنفسي والعيون، وتورمات غريبة في أنسجة الرئتين.الجدول التالي يبين تأثيرات الاوزون حسب التركيز وفترة التعرض.

جدول 4-4

تأثيرات الأوزون الأرضي الصحية والبيئية

تركيز الأوزون في الهواء (جزء من المليون)	فترة التعرض	التأثير
0.02	ساعة واحدة	تخريب المواد التي يدخل في تركيبها المطاط
0.03	8 ساعات	تأثيرات ضارة على النبات
0.05	ساعة	تهيج في الأنف والحنجرة وجفاف الجزء المخاطي من الجهاز التنفسي

0.1	ساعة	تشنج في قصبات الجهاز التنفسي
0.3	أقل من 8 ساعات	تهيج الحلق وتشنج الرئتين
2	ساعتين	سعال شديد وتغيرات كيميائية في بروتينات الرئتين
10-5	4/1 ساعة	التهاب حاد ونزيف رئوي

أما تأثير غاز الأوزون على النبات فيتمثل في تبقع الأوراق وتبرقشها، خاصة في العنب والبرسيم والبطاطس، والقمح، وتغير نفاذية الأغلفة الخلوية، وإعاقة نشاط الإنزيمات، وتخريب الشبكة الإندوبلازمية الداخلية، وتقليل معدل البناء الضوئي. كما يؤثر غاز الأوزون على الأصبغة المستخدمة في تلوين المنسوجات، ويخرب المطاط، خاصة المطاط المستعمل في صناعة إطارات السيارات.

ي- تأثيرات الرصاص ومركباته

يعتبر استخدام الرصاص مع وقود السيارات على هيئة مركبات هالوجينية مثل رابع ايثيل الرصاص أحد المسببات الرئيسية لتلوث الهواء بالرصاص حيث تتحول إلى مركبات غير عضوية تنبعث من عوادم السيارت إلى الهواء.

وأكثر أجهزة الجسم البشري تأثرًا بالتعرض لجرعات سامة من الرصاص هي:

- **جهاز تكوين الدم:** فأخذ الآثار المبكرة والأكثر أهمية للتلوث بالرصاص في الجسم البشري يتمثل في التغبير الذي يحدث في تجمعات المجموعة الدموية مما يؤدي إلى الإصابة بالأنيميا نتيجة للتعديلات التي تحدث في خلايا الدم الحمراء.
- **الجهاز العصبي المركزي:** تعتبر آثار الرصاص على الجهاز العصبي المركزي أكثر أهمية بمراحل على الأطفال الصغار وقد تحدث الآثار السيكولوجية العصبية حتى بالنسبة للمستويات التي تعتبر دون السمية وقد يؤدي التعرض للرصاص لفترة طويلة إلى إحداث آثار هامة على الجهاز العصبي المركزي مما يتسبب فيما يعرف باسم

الاعتلال الدماغي الناجم عن الرصاص الذي تتراوح أعراضه بين التغييرات السيكولوجية والسلوكية القوية إلى التغييرات العصبية. وعلاوة على ذلك، تحدث فروق في الآثار عندما تتغير مصادر الرصاص من العضوية إلى اللاعضوية.

- **الجهاز العصبي الطرفي:** يؤدي الرصاص العضوي إلى أحداث تأثيرات عكسية على الجهاز العصبي الطرفي لا في بنيان الأعصاب فحسب بل وفي السلوك الكيماوي البيولوجي أيضًا. وأكثر التأثيرات المميزة له هو الشكل الناجم عن الرصاص الذي تبدو أبرز مظاهرة في فقد قوة اليدين.
- **وبجانب الأجهزة المشار إليها أعلاه**، تتأثر أيضًا الأجهزة التالية من التلوث بالرصاص"المسالك البولية والجهاز الهضمي والأوعية الدموية والجهاز التناسلي والغدد والمفاصل".
- **يحل الرصاص** محل الكالسيوم في أنسجة العظام.
- **يؤدي تراكمه** في أجسام الإجنة الي تشوهها وإلي إجهاض الحوامل.

ثالثًا... التأثيرات الصحية لملوثات الماء البترولية

إن تلوث الماء بالمواد البترولية سيؤثر بشكل مباشر على صحة الانسان لأن المركبات والمشتقات البترولية هي مواد سامة بطبيعتها ووصولها لمصادر الماء وخاصة ماء الشرب تؤدي لتلوث الماء وعدم صلاحيته للاستخدام الآدمي سواء للشرب أو الزراعة. وبالاضافة إلى السمية فإن المركبات البترولية تكسب الماء رائحة كريهة يصعب التخلص منها، كما أن استخدام المياه الملوثة بالمركبات البترولية في ري المزروعات سيتلف المزروعات وبالتالي تموت الحيوانات التي تتغذي على تلك المزروعات. وجود البترول ومشتقاته في الماء يمنع وصول الضوء إلى الأحياء المائية فتعيق عمليات التمثيل الضوئي التي تعتبر المصدر الرئيسي للأكسجين والتنقية الذاتية للماء؛ مما يؤدي إلى موت كثير من الكائنات البحرية واختلال في السلسلة الغذائية للكائنات الحية. المركبات البترولية عند اتحادها في المياه تصبح أكثر ثباتًا وتنتقل عن طريق السلسلة الغذائية وتختزن في كبد ودهون الحيوانات البحرية وهذه لها آثار بعيدة المدى والتي لا تظهر على البشر إلا بعد عدة سنوات وتسبب عدة أمراض. كما أن تلوث مياه البحر بالمواد البترولية يعيق ويوقف عمليات تحلية

مياه البحر وذلك نظرًا لإمكانية تأثيرها على جودة المياه المنتجة للشرب.

تأثير التلوث البترولي للماء على الكائنات الحية

التلوث بزيت البترول يؤثر على الكائنات الحية بعدد من الطرق تعتمد على خصائص المكونات الزيتية وتركيزاتها في الماء.وهذه التاثيرات تتراوح بين اثار ميكانيكية بسيطة الي تأثيرات سامة. وقام العالم ميلر بقياس استجابة العديد من الكائنات المائية لتركيزات مختلفة من زيت البترول داخل الماء وتراوحت الاستجابة بين تراكم حيوي بسيط إلى حدوث موت لبعض الكائنات، والجدول التالي يسرد هذه الاستجابات.

جدول 4-5

استجابات الكائنات للتلوث بزيت البترول

التركيز (جزء في البليون)	الاستجابة
10-0.0	تراكم حيوي
100-10	تاثير على سلوك الكائن الحي
1000-100	تاثير على النمو والتكاثر
10000-1000	تاثير مميت لليرقات والاطوار اليافعة
اكبر من 10000	مميت للكائنات البالغة(الناضجة)
المصدر Miller 1982	

وعمومًا نتلخص بعض تأثيرات التلوث البترولي على الكائنات الحية في المظاهر الاتية:

- للبترول تأثير خانق لمعظم الكائنات المائية وخاصة الحيوانات.
- كثير من الحيوانات البحرية مثل القواقع واسد البحر وثعالب الماء تتأثر بالزيت حيث إن تراكم البترول على جسم الحيوان يحرمه من القدرة على تكييف درجة حرارة جسمه الداخلية ويسبب له تسممًا قد يؤدي إلي موته.
- جسم الطيور يحتفظ بحرارته من خلال حرق الغذاء المخزن في العضلات، والطيور التي تلوثت بالزيت تفقد قدرتها على التقاط الطعام بكفاءة ويمكن أن تموت لانخفاض درجة حرارتها.

- كثير من الكائنات الحيوانية الوبرية مثل أسد البحر ممكن أن تتأثر بالزيت مثل الطيور عندما يخترق الزيت النسيج الوبري للحيوان.
- الكائنات الحيوانية الصغيرة تصاب بالاختناق والسعال لوجود طبقات الزيت الطافية وتموت.
- تعتبر المواد المشتتة للتلوث القائمة على الكيروسين والمحتوية على نسبة عالية من المركبات العطرية خطرة بنوع خاص وقد عانت الكائنات الصغيرة القاعية الواقعة خارج نطاق حركة المد والجزر مباشرة أو داخله أضرارًا بالغة نتيجة تسربات نفطية خفيفة أو ثقيلة وقد تستغرق عودتها إلى حالتها الطبيعية سنوات وفي المناطق الواقعة تحت تأثير المد والجزر قد يؤدي إلى نفوق اللافقاريات التي تتغذى بالعشب مثل(قنفذ البحر) إلى استفحال نمو الطحالب الخضراء التي تلحق ضررًا بالنظام الإيكولوجي وقد عزيت إلى هذه الطحالب كارثة نفوق الأسماك التي شهدتها مياه الكويت. ومن الجدير بالذكر بأن مصائد الأسماك الرئيسة في العالم توجد في المناطق الساحلية و90% من أسماك هذه المصائد تتوالد في مياه الأجراف القارية التي تشكل **10%** من مساحة المحيطات.
- قد يصحب تلوث المياه بزيت البترول نوع آخر من التلوث يشبه التلوث الكيميائي فبعد انتشار طبقة الزيت ورقتها بمرور الزمن تستطيع أشعة الشمس اختراقها ويتمكن أكسجين الهواء من الانتشار خلالها وبهذا التأثير يحدث تفاعل كيميائي ضوئي وينتج عن هذا التفاعل تأكسد بعض السلاسل الهيدروكربونية التي يتكون منها زيت البترول وتحدث بعض التفاعلات لتعطي بعد مدة من الزمن أصنافًا جديدة من المواد الكيماوية مثل: (الكحوليات _ الألدهيدات _ الكيتونات _ بعض المركبات الحلقية) وهي مواد لم تكن موجودة سابقًا وتصبح في متناول كثير من الكائنات الحية لأنها تتصف بصغر حجم جزيئاتها وسهولة ذوبانها في الماء وتؤدي هذه المواد السامة إلى حدوث مزيد من الضرر بالبيئة البحرية وتكون سببًا في قتل الأسماك وغيرها من الكائنات الحية.
- يؤدي نفوق المرجان إلى فقدان الشعاب المرجانية موائلها الطبيعية ولا تتجدد غالبية الكائنات الحية في نظامها الإيكولوجي

وهذا يطيل مدة تأثير التلوث البحري بالتسربات البترولية سواء على الشواطئ أو في عرض البحر حتى لو اختفى البترول أو أزيل كما تتأثر الطيور البحرية ففي المحيط المتجمد الشمالي تتأثر البيئة بالتلوث البترولي أكثر من المناطق المعتدلة لبطء عمليات تحلل البترول في ظروف البرد والظلمة.

- إن المركبات البترولية الأكثر دوامًا والتي تستغرق فترة طويلة للتخلص منها تنتقل عن طريق السلسلة الغذائية وتختزن في كبد ودهون الحيوانات البحرية وهذه لها آثار بعيدة المدى والتي لا تظهر على الجسم البشري إلا بعد سنوات عدة.
- إن تلوث الأسماك يجعلها غير صالحة للاستخدام الآدمي فعلى سبيل المثال وجد في عينة من الأسماك تم صيدها في خليج جاكرتا في إندونيسيا أن نسبة الرصاص فيها تزيد بمقدار 44% عن الحد المسموح به وأن الزئبق يزيد بنسبة 38% كما ورد في تقرير منظمة الصحة الدولية.

رابعًا... التأثيرات الصحية لملوثات التربة البترولية

الأضرار التي تصيب التربة من التلوث بالمواد البترولية لا تقل في خطورتها عن الاضرار الناتجة عن تلوث الماء والهواء، بل على العكس ربما تكون الأضرار أشد خطورة لصعوبة معالجة أنواع معينة من الملوثات التي تصيب التربة. ويمكن إجمال أضرار تلوث التربة بالبترول والمنتجات البترولية في الآتي:

1. ثبات بعض المركبات البترولية (بعض المركبات العضوية الفينولية وبعض المواد غير العضوية) مدة طويلة بالبيئة مما يصعب من تحللها بفعل الزمن.
2. الأضرار بالكائنات الحية المفيدة للتربة إذا تعمل بعض المركبات البترولية على افساد بيئة الكائنات الحية بالتربة وبالتالي تؤدي إلي موتها، وبعضها يكون مفيدًا في عمليات التحلل العضوي داخل التربة مما يفقدها خصوبتها وتصبح التربة غير صالحة للزراعة.
3. قتل وتسميم للطيور التي تقتات على النباتات الملوثة بالمركبات البترولية.

4. التأثير السلبي على التنوع الحيوي للحيوانات والنباتات داخل التربة.
5. التراكم الحيوي: حيث تتراكم بعض المشتقات البترولية داخل الكائنات الحية ويزداد معدل التراكم كلما ارتفعنا في سلم الهرم الغذائي.
6. مكوث المركبات البترولية فترة طويلة بالتربة قد يعمل على تلوث المياه الجوفية بتلك المركبات خلال نفاذها خلال طبقات التربة.

خامساً...الأخطار الصحية للمقيمين بالقرب من المنشآت البترولية

مصافي البترول على سبيل المثال تنتج كميات كبيرة من ملوثات الهواء والماء وفضلات سامة خطيرة. وخليط الملوثات يزداد بازدياد النشاطات والعمليات في مصافي البترول. فالملوثات المنبعثة باستمرار في جميع منتجات التقطير للمصافي (وقود، مذيبات، زيوت، شمع، شحوم، إسفلت) بالتحديد تشتمل على كبريتيد الهيدروجين، وأول أُكسيد الكربون، وثاني أكسيد الكربون، والهيدروكربونات الحلقية المتعددة الحلقات (PAHs) والبنزين .لأن هذه المواد تتواجد بسهولة في المناطق الصناعية الكبيرة، وفي العادة تشتمل على أعداد مضاعفة من هذه المواد في الصناعات البتروكيميائية، فإن التلوث الكبير للهواء والماء مرتبط عادة بوجود هذه المواد. وإن المقيمين بالقرب من هذه المنشآت معرضون لخطر محتمل نتيجة استنشاق الهواء الملوث وشرب المياه الملوثة .كذلك هنالك كميات كبيرة من الفضلات الخطرة تنتج من هذه المنشآت ويجب التخلص منها بالطرق المناسبة، وإلا فإنها ستؤثر سلبًا على الصحة من خلال تلوث التربة والمياه الجوفية.

إن المقيمين في اتجاه معاكس للريح بالقرب من مصافي البترول يكونون أكثر عرضة لأعراض الجهاز التنفسي (السعال والربو التنفسي) ولقد بينت الدراسة التي أُجريت في الولايات المتحدة الأمريكية على الأشخاص القاطنين بالقرب من المنشآت البتروكيميائية بأن هناك ارتفاع معدل الإصابة بسرطان الدماغ لهؤلاء الأشخاص، وفي الدراسة التي أُجريت على القاطنين بالقرب من المنشأة البتروكيميائية في لويزيانا لأكثر من عشر سنوات تبين زيادة خطر الإصابة بسرطان الرئة.

الأخطار الصحية المهنية داخل مصافي البترول

توجد أخطار صحية مهنية محتملة في مصافي البترول .منها التعرض الناتج عن ملامسة الجلد واستنشاق الغازات والأبخرة، وبشكل رئيسي الهيدروكربونات والتي إما أن تكون موجودة طبيعيًا في الزيت الخام والتي تنبعث خلال عمليات التكرير أو يتم تشكلها وتنبعث خلال عملية المعالجة . كما أن مركبات الكبريت الغازية مثل كبريتيد الهيدروجين، ثاني أُكسيد الكبريت والمِرْكبتانات التي تنبعث خلال عملية إزالة ومعالجة الكبريت . بالإضافة إلى التعرض للغبار والرذاذ الناتج عن عمليات الصيانة واستخدام المواد المحفزة وحمل المنتجات اللزجة والصلبة مثل الفحم والقار وهذه تعتبر من الأخطار المهنية المحتملة في مصافي البترول . والمواد الكيميائية الرئيسة التي قد يتعرض لها العاملون في مصفاة البترول مدرجة بالجدول التالي.وقد بينت الوكالة الدولية لبحوث السرطان أن التعرض المهني لعمليات تكرير البترول من العوامل المسرطنة للإنسان.

جدول 4-6

المواد الكيميائية الرئيسية التي ربما يتعرض لها العمال في محطات تكرير البترول

المادة	الاستخدام/ المصدر
Alumina الومينا (أكسيد الألمنيوم)	مادة محفزة
Aluminum chloride كلوريد الألمنيوم	مادة محفزة
Aliphatic amines امينات اليفاتية	إزالة الكبريت من الماء
aromatic amines أمينات حلقية	التكسير بالحفز، مقاوم التأآسد
Ammonia امونيا	التقطير، التكسير بالحفز
Arsenic compounds مركبات الزرنيخ	الزيت الخام، غسيل الغاز
Asbestos الاسبستوس	مادة عازلة، مانع للتسرب

ادخنة القار Bitumen fumes	تعبئة صهاريج نقل البترول، التنظيف
رباعي كحول البيوتيل Tert-Buty1 alcohol	مزيج(خلط) الجازولين الخالي من الرصاص
الكروم ومركباته Chromium and its compounds	مادة محفزة، اللحام
الكوبلت ومركباته Cobalt and its compounds	مادة محفزة
الفحم Coke	وحدات التكويك) تحويل الفحم أو البترول إلى آوك)
فلوريد الهيدروجين Hydrogen fluoride	مادة محفزة
كبريتيد الهيدروجين Hydrogen sulfide	التكسير/ التقطير
كلوريد الهيدروجين Hydrogen chloride	في صناعات الايزومرز (المركبات المتشابهة في التركيب ومختلفة في الخواص)
النحاس ومركباته Copper and its compounds	إزالة الكبريت من الماء، مادة محفزة
زيت خام Crude oil	التقطير ووحدة المعالجة المتعاقبة
الهيدروكربونات الحلقية Aromatic hydrocarbons	في الغالب وحدات المعالجة
الكيتونات Ketones	مذيب
الرصاص ومركباته Lead and its compounds	إزالة الكبريت
النيكل ومركباته Nickel and its compounds	مادة محفزة، اللحام، نواتج الاحتراق
فينول Phenol	التقطير الخام،مياه الفضلات
الزيوت المعدنية Mineral oils	وحدة الشحوم والزيوت
بلاديوم Palladium	مادة محفزة

Pitch الزفت	قسم الزفت، عمليات التحميل
Phosphoric acid حمض الفوسفوريك	مادة محفزة
Platinum البلاتين	مادة محفزة
الهيدروكربونات الحلقية متعددة النوى Polynuclear aromatic hydrocarbons (PAHs)	التقطير،التفحيم، عمليات تكويك الزفت، معالجة مياه الفضلات
Petroleum solventsالمذيبات البترولية	التصنيع
Sulfuric acidحمض الكبريتيك	مادة محفزة
Tetraethyl lead رباعي ايثيل الرصاص	مزج الجازولين
مركبات فانادیوم Vanadium compounds	زيوت الوقود المتبقي، تنظيف المداخن والمصارف

وسوف نسرد لبعض الملوثات الضارة المنبعثة فى مصافى تكرير البترول والآثار البيئية والصحية لها.

جدول 4-7

أهم الملوثات الضارة المنبعثة فى مصافى تكرير البترول وتاثيراتها الصحية والبيئية

الخصائص الفيزيائية	السمية	التسبب فى السرطان	تأثيرها ومصيرها في البيئة
الأمونيا			

- مادة آكلة - غاز مهيج ذو رائحة نفاذة	أمونيا لا مائية تهيج الجلد والعين والأنف والحلق والجهاز التنفسى أمونيا مائية سمية متوسطة للأحياء المائية	لم يثبت علميًا أن الأمونيا من المواد المسببة للسرطان	- عند امتصاصها في التيارات المائية تسبب أضرارًا للأسماك -في الهواء فتتحد الأمونيا مع أيونات الكبريتات وتذوب في مياه الأمطار لتعود بسرعة إلي التربة والمسطحات المائية. - تعتبر الأمونيا مركبًا رئيسيًا في دورة النتروجين في الطبيعة
التولوين			
مادة عضوية متطايرة	- إستنشاق أو تناول التولوين يؤدى إلى الإصابة بالصداع والتشوش وضعف الذاكرة -يضعف وظائف الكبد والكلى أمونيا مائية -سمية متوسطة للأحياء المائية	-لا توجد أدلة تشير إلى أن التولوين من مسببات السرطان	-يتطاير التولوين المنبعث فى التربة والمياه. -تقوم الكائنات الدقيقة بتحليل بعض منه -عند تطايره يتفاعل مع بعض المركبات فى الطبقة السفلى من الجو ويتسبب فى تكون الأوزون الأرضى.
البروبيلين			
مادة عضوية متطايرة تذوب فى الماء	-فى حالة الإستنشاق لتركيزات منخفضة فإنه يتسبب فى إحداث تسمم وتنميل وعدم القدرة على التركيز -فى حالة الإستنشاق لتركيزات عالية فإنه	-لا توجد أدلة تشير إلى أن البروبيلين من مسببات السرطان	- يتحلل فى الجو ويتبخر فى التربة والمياه -تقوم الكائنات الدقيقة بتحليل بعض منه إذا تواجد فى المياه أو التربة

	يتسبب فى فقدان الوعى وإنخفاض فى ضغط الدم وعدم إنتظام ضربات القلب		
الزيلين			
مادة عضوية متطايرة	فى حالة الإستنشاق أو التعرض لفترات قصيرة لمستويات عالية من الزيلين إلى تهيج العين والأنف والحلق وصعوبة فى التنفس كما يؤدى إلى فشل فى وظائف الرئة على المدى البعيد	لا توجد أدلة تشير إلى أن الزيلين من مسببات السرطان	- له سرعة حركة متوسطة فى التربة وقد يتسرب إلى المياه الجوفية. تقوم الكائنات الدقيقة فى المياه بتحليل بعض منه -عند تطايره يتفاعل مع بعض المركبات فى الطبقة السفلى من الجو ويتسبب فى تكون الأوزون الأرضى.
البنزين			
مادة عضوية متطايرة شحيحة الذوبان فى الماء	-فى حالة الإستنشاق لفترات قصيرة يؤثر على الجهاز العصبى والتنفسى. -أما التعرض المزمن فيتسبب فى تسمم النخاع العظمى.	من المواد المسببة للسرطان	- له قدرة كبيرة على الحركة فى التربة وقد يتسرب إلى المياه الجوفية. -تقوم الكائنات الدقيقة بتحليل بعض منه إذا تواجد فى المياه أو التربة

سادساً...المخاطر التي يتعرض لها العاملين في صناعة البترول

كانت صناعة البترول في جميع مراحلها صناعة خطرة، ومن هنا كان من المفروض أن تكون لها منذ البداية قواعدها وإجراءاتها الصارمة في مجال حماية البيئة من التلوث أو التسرب وتنفيذ إجراءات السلامة في التشغيل لحماية العاملين ووسائل الانتاج والحفاظ على البيئة المحيطة.

تعمقت مخاطر صناعة البترول في ظل عمليات التنمية والطلب المتزايد على استخدام البترول لتوفير احتياجات الطاقة الاولية كمنتجات بترولية وغاز طبيعي بحيث وصل الأمر إلى أن البترول كان يوفر أكثر من 90% من أحتياجات بعض الدول ولاسيما المكتظة بالسكان كما هو الحال في مصر؛ بالإضافة إلى أهمية ودور البترول كمصدر ودعامة أساسية للدخل القومي في الكثير من البلدان المنتجة له، مما ازداد الوعي العام على ضرورة حماية البيئة والانسان وخاصة العاملين في مجال الصناعة البترول من مخاطره.

يتعرض العاملون في المنشأت البترولية لأربعة أنواع من المخاطر:

1- المخاطرالطبيعية.
2- المخاطر الكيميائية.
3- المخاطر الآلية (الميكانيكية).
4- المخاطر السيكولوجية (النفسية).

تكمن المخاطر الطبيعية: بتعرض العاملين في مجال البترول الى التعرض للشمس أي للحرارة أثناء عمليات الحفر في العراء سواء في الصحراء أو في البحار. التعرض للضوضاء، الاهتزازات الناجمة من الحفر، التعرض للإشعاع إلى جانب التعرض إلى الضوء المبهر وللكهرباء في عمليات اللحام. مسببة أمراض عديدة مثل (ضربة الشمس، الانيميا، سرطان الدم، سرطان الجلد، عتامة عدسة العين).

المخاطر الكيميائية: عن طريق الغازات والأدخنة والأبخرة والأتربة التي تتصاعد في جو العمل. تسبب الغازات أضرارًا بالغة تصل إلى حد الاختناق والالتهابات، قد تتسبب في حرائق أو انفجارات لأن مستخرجات البترول مواد ملتهبة ومتفجرة.

المخاطر الآلية: تتعلق بالعمليات المتممة في الورش الملحقة بالمنشئات البترولية بهدف صيانة آلاتها.

المخاطر النفسية: تكمن في عدم تكيف العامل مع جو العمل المعزول عن الأهل والأصدقاء في أماكن نائية بالصحراء أو البحار مما يسبب للعامل الشعور بالغربة والوحدة والضياع.

سابعًا... الوقاية من مخاطر صناعة البترول

من أجل تقليل مخاطر صناعة البترول على العاملين في المشاريع البترولية من الضروري مرعاة ما يلي:

1- توفير أماكن السكن الصحي للعمال إضافة إلى المرافق التي تجعل الحياة مقبولة في الصحاري أو عند البحار والمناطق المهجورة.
2- توفير وسائل الترفيه والطعام الصحي ومياه الشرب النظيفة والملابس الواقية للعمال.
3- توفير وسائل نقل جيدة لنقل العمال الى حقول البترول ومنشآت البترول.
4- تنظيم فترات العمل والراحة والاجازات الأسبوعية والسنوية لتغطية الشعور بالغربة والحرمان الذين يعانون منه.
5- العناية بتظيم وصيانة مصافي البترول لمنع تسرب الأبخرة والغازات إلى جانب إبعاد المصافي عن المدن والأماكن الزراعية حماية للبيئة المجاورة لمصافي البترول.
6- توفير كل وسائل الوقاية من الحريق والتجهيزات اللازمة لحماية العمال وخزانات تجميع البترول التي قد تتعرض للحرائق، ويجب ان تكون هناك مسافات مناسبة بين الخزان والآخر لتأمين وسائل الوقاية وهذا ما يجب عمله أيضًا بالنسبة لمستودعات الغاز التي يجب أن تجهز بوسائل الأطفاء الآلي وأن تكون بعيدة عن اماكن السكن والمدن.
7- تجهيز ناقلات البترول بكل وسائل الوقاية من الحرائق والانفجارات مع ملاحظة غسل الناقلات من الزيوت بسبب تلوث مياه البحر بالبترول.
8- يجب تصميم منافذ نجاة وانقاذ داخل الناقلات وتزويد العاملين بها بأدوات وقاية من الضجيج ومن غازات البترول وأبخرته.
9- منع التدخين اثناء تفريغ الناقلات والحذر من غاز كبريتيد الهيدروجين السام وكذلك الحذر من انابيب نقل البترول والغاز من الآبار الى موانئ التصدير سواء أكانت تحت الارض أو فوقها.

10- يجب توفير وسائل التهوية في معامل تكرير البترول لكي لا يتعرض العمال للتسمم بمركبات الكبريت والفاناديوم والزرنيخ وغاز أول أوكسيد الكاربون وكبريتيد الهيدروجين.

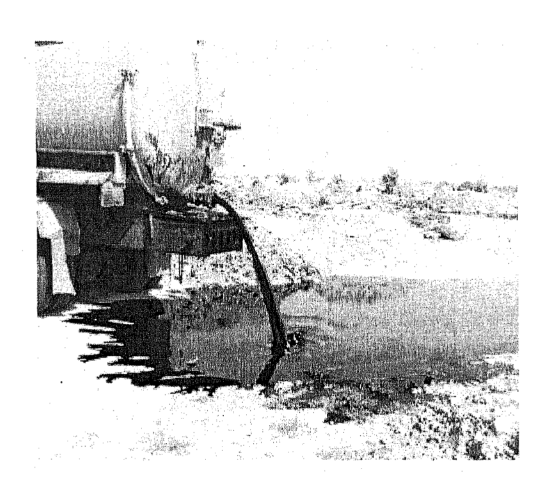
11- يجب عدم استعمال طرق الكنس الجاف لمنع انتشار غبار مادة الاسبستوس التي تستعمل في اعمال العزل الحراري وبعض الاعمال الصناعية الأخرى، كما من الضروري حفظ مادة الاسبستوس في بالات مبطنة بالبلاستيك وان تحفظ في أوعية محكمة الإغلاق وتبديل ثياب العمل قبل مغادرة مكان العمل.

12- يستلزم ارتداء ملابس الوقاية مثل أغطية الرأس والقفازات ونظارات اللحام وسدادات الاذن للوقاية من الضوضاء والكمامات والاقنعة المضادة للابخرة والغازات السامة وكذلك الاحذية الخاصة.

13- الاهتمام بتوعية العمال بالندوات والملصقات لتعريفهم بمخاطر عملهم وطرق الوقاية الشخصية منها. إضافة إلى توفير وسائل الإسعاف بالمنشآت البترولية وتوفير الرعاية الصحية المهنية والعامة بها عن طريق جهود مشرفي الأمن الصناعي وأطباء السلامة المهنية وإجراء الكشف الطبي الابتدائي والدوري والتفتيش عن أماكن العمل وقياس نسب الغازات والابخرة والاتربة بها حتى يمكن الاحتفاظ بها في الحدود الآمنة الى جانب العناية بالسجلات الطبية والتقارير والاحصائيات للأمراض العادية والامراض المهنية حتى يسهل متابعة الأحوال الصحية للعمال ومواجهة اي مخاطر مهنية.

الفصل الخامس

التحكم والسيطرة على الملوثات البترولية



الفصل الخامس

التحكم والسيطرة على الملوثات البترولية

أولاً... الاجراءات الوقائية لمنع التلوث البترولي.

ثانيًا... السيطرة على التلوث البترولي.

ثالثًا...السيطرة على ملوثات الهواء البترولية.

رابعًا... السيطرة على ملوثات الماء البترولية.

خامسًا... السيطرة على ملوثات التربة البترولية.

مقدمة

سوف يظل البترول والغاز المصدر الأساسي للطاقة على مدار العقود القادمة. ولقد لعب قطاع البترول والغاز، ولا يزال يلعب، دورًا كبيرًا في التنمية الاجتماعية والاقتصادي في المنطقة العربية. عام2005 ، أسهم هذا القطاع بحوالي % 39 من إجمالي الناتج المحلي في المنطقة، وحوالي 73% من إجمالي الصادرات العربية .كما تعتمد الاقتصادات العربية أيضًا اعتمادًا كبيرًا على البترول والغاز لتلبية الطلب المحلي بها على الطاقة .يسهم البترول بحوالي 56 % من إجمالي الطلب، وتمثل حصة الغاز حوالي 5.41 %، في حين لا تمثل الموارد الأخرى مثل :الطاقة المائية، والفحم، والموارد المتجددة سوى 2 .%تواجه صناعات البترول والغاز مجموعة من التحديات، منها على سبيل الذكر تنويع مصادر الطاقة والتكنولوجيات لتتضمن التزويد بطاقة نظيفة، ومنع التلوث أثناء مراحل الصناعة المختلفة، وتحسين البعد الاجتماعي من خلال تشجيع مفاهيم المسئولية الاجتماعية للشركات .يوجد عدد من القضايا البيئية ذات الأولوية لصناعة البترول والغاز والتي تحتل صدارة الأولويات في المنطقة العربية أيضًا .فعلى المستوى الإقليمي، تتضمن هذه القضايا إدارة المياه العادمة، وإدارة نوعية الهواء، وإدارة النفايات الخطرة، ومنع الانسكابات البترولية والاستجابة لها .وعلى المستوى العالمي تتضمن هذه القضايا التنوع الإحيائي وتغير المناخ.

وللتعامل مع هذه القضايا ذات الأولوية، تم خلال العقود القليلة الماضية سن قوانين بيئية يسرت إنشاء مؤسسات تتولى مسئولية تنسيق الإدارة البيئية، والإشراف عليها، ورصدها. بالإضافة إلى ذلك، هناك عدد من المنظمات البيئية الإقليمية ودون الإقليمية العاملة في المنطقة العربية، وهي إما جزء من منظومة الأمم المتحدة أو أنشئت نتيجة الاتفاقيات الإقليمية.

وتقوم كلا من المؤسسات الوطنية والإقليمية بتنفيذ مجموعة من الممارسات وأدوات الإدارة البيئية للتصدي للمشاكل البيئية التي تواجهها المنطقة . وتتضمن هذه المواد. نظام الإدارة البيئة، وتقييم الأثر البيئي، وتقييم المخاطر البيئية وإدارتها، ومنع التلوث والإنتاج الأنظف، والتخطيط للاستجابة في حالات الطوارئ.

مسارات التحكم في التلوث البترولي

يتم التحكم في التلوث البترولي من خلال مسارين اثنين هاميين هما:
الأول: التحكم قبل حدوث التلوث (منع التلوث) وهو ما يعرف بالإجراءات الوقائية لمنع حدوث التلوث.
الثاني: السيطرة على التلوث الحادث من خلال أنواع معينة من أنظمة المكافحة والتي تعتمد على طبيعة ودرجة التلوث البترولي الحادث.

أولاً.. الإجراءات الوقائية لمنع التلوث البترولي

هي إجراءات وقائية تتخذ لإيقاف انبعاث أية من العوامل الملوثة التي يمكن أن تسبب تلوث البيئة من أي مصدر يتعلق بصناعة البترول باعث لهذه العوامل. هناك العديد من الإجراءات الوقائية لمنع التلوث البترولي للمياه وهذه الاجرءات تهدف الي الحد من مستويات انبعاث العامل الملوث وتخفضه إلى أدنى حد ممكن بحيث لا يتجاوز المحددات البيئية المعتمدة ومن أهم الإجراءات التي تتخذ لمنع التلوث ما يلي:

أ- سن القوانين والتشريعات البيئية

إن سن القوانين اللازمة لحماية البيئة من الاعتداءات التي يمكن أن تقع على أي عنصر من عناصرها من أنجح الوسائل الممكنة للحد من التلوث الذي يمكن أن يصيب البيئة، والقوانين الأكثر فعالية هي تلك التي تقي من التلوث وتحول دون وقوعه، فموضوع العقوبات الرادعة على مخالفات البيئة وذلك ليس بقصد معاقبة المعتدين قدر ما هو بهدف منع الآخرين من الاعتداء على البيئة خشية العقاب. وتحدد القوانين الصارمة كميات الانبعاثات الغازية والسائلة والمخلفات الصلبة المسموح بطرحها الي البيئة من قبل أية جهة يصدر منها أحد العوامل الملوثة.

ب- ردع ملوثي البيئة

إن خوف الإنسان من العقاب كثيرًا ما يدفعه إلى تقويم سلوكه، لذلك ينبغي تنمية قدرات المؤسسات المسئولة عن الكشف عن المخالفات البيئية وعدم التراخي في توقيع العقوبات البيئية على المخالفين لقوانين البيئة. فمثلا توقيع العقوبات الرادعة على الجهات التي تصرف مياه توازن السفن الملوثة للبحار في البيئة المائية للدولة يحد من التلوث المائي بالبترول، وأيضا توقيع المخالفات والعقوبات البيئية لأية منشأة بترولية تقوم

بصرف مياهها الصناعية الملوثة بدون معالجة من شأنه أن يقلل من التلوث البترولي.

ج – زيادة الوعي والثقافة البيئية

تهدف الثقافة البيئية إلى تطوير الوعي البيئي وخلق المعرفة البيئية الأساسية بغية بلورة سلوك بيئي ايجابي ودائم، والذي هو بمثابة الشرط الأساسي كي يستطيع كل شخص أن يؤدي دوره بشكل فعّال في حماية البيئة وبالتالي المساهمة في الحفاظ على الصحة العامة. وهنا تكمن أهمية الثقافة البيئية والسعي الدؤوب لتطويرها، بغية نشرها وإنضاجها لتتحول بذلك إلى مجال خاص مهم وقائم بذاته قادر على أن يأخذ دوره في المناهج التدريسية في كافة المراحل المدرسية والجامعية بهدف تنشئة أجيال بعقول جديدة تعي مفهوم الثقافة البيئية وتعمل على تطبيقها.

الثقافة البيئية تتحقق في كل مراحل وتجهيزات جوهر العملية الثقافية وفي مجال متابعة التعلم الحر وأيضًا في كافة المنظمات والجمعيات التي تسعى لحماية البيئة والطبيعة. ذلك من خلال عمليات تعلم وتعليم منهجية ومنظمة ومبرمجة زمنيًا وذلك بهدف بناء جيل ذا كفاءة عالية واستعداد للتعامل بخبرة وبكامل المسؤولية مع قضايا البيئة. من خلال هذه التحديدات تكتسب الثقافة البيئية مفهومًا مختلفًا يميزها عن الشكل الإخباري للاهتمام بقضايا البيئة والذي يضع بالاعتبار الأول الطريقة العفوية المشروطة بحالة ما.

وتعتبر التوعية البيئية أداة هامة نظرًا لحساسية الرأي العام للقضايا والمشكلات البيئية.

ولزيادة الوعي البيئي لدي المواطنين فيما يخص بالحد من التلوث البترولي يجب الاهتمام بالجوانب التالية:

- التشجيع على تقليل استهلاك الوقود البترولي للافراد من خلال الاقلال من استخدام السيارات الخاصة(السيارات الشخصية) الا للاغراض الضرورية الملحة.
- تشجيع استخدام وسائل النقل العامة قدر الامكان.
- تشجيع استخدام المواطنين لوسائل النقل الغير ملوثة للبيئة مثل الدرجات الهوائية، وتقليص استخدام الدرجات النارية لضررها

الشديد على البيئة.

- اختيار أنواع من الوقود خالية هي ومخلفاتها من المواد الملوثة مثل تحاشي استخدام الجازولين المحسن برابع ايثيلات الرصاص
- ضبط آلات الاحتراق الخاصة بالسيارات الشخصية وتركيب أجهزة حفز الاحتراق الكامل للوقود
- إجراء الصيانة الدورية للسيارات للحد من انبعاث الملوثات منها والتي تنتج من الاحتراق الغير كامل للوقود فيها.
- العمل على تقليل الاستهلاك المنزلي للطاقة بإطفاء وسائل الانارة والتبريد الكهربية عند عدم الحاجة اليها
- التحول إلى مصادر جديدة للطاقة قليلة التلوث ومراقبة السيارات ووسائل النقل العامة وإيقاف أية وسيلة مواصلات تنبعث منها نسبة غازات عالية.
- الاهتمام بزراعة الأشجار والحدائق المنزلية وزيادة المسطحات والأحزمة الخضراء حول المدن والمناطق الصناعية

ثانياً: السيطرة على التلوث البترولي

تهدف عمليات السيطرة على التلوث البترولي إلى الحد من الآثار السلبية للعوامل الملوثة التي يمكن أن تصيب البيئة، ويتم ذلك عن طريق تغيير طبيعة هذه الملوثات بتحويلها إلى مواد غير ملوثة أو بتحويلها إلى مواد يسهل تحللها داخل المنظومة البيئة بدون أي ضرر أو عن طريق ازالة تأثيراتها. وهذا كله من اجل حماية البيئة والصحة العامة من خطر تلك العوامل الملوثة. وتنقسم طرق السيطرة على التلوث البترولي إلى الاقسام التالية:

1- معالجة الملوثات والمخلفات الخطرة عن طريق:

أ- المعالجة الفيزيائية للعوامل الملوثة.

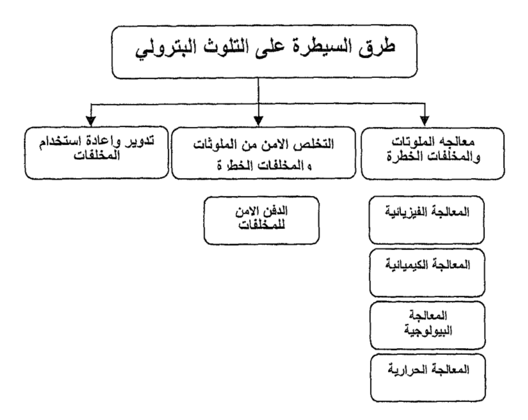
ب- المعالجة الكيميائية للعوامل الملوثة.

ت- المعالجة البيولوجية للعوامل الملوثة.

ث- المعالجة الحرارية للعوامل الملوثة.

2- التخلص الآمن من الملوثات والمخلفات الخطرة

3- تدوير واعادة استخدام المخلفات



1- معالجة الملوثات والمخلفات الخطرة

تتم معالجة العوامل الملوثة الناتجة عن صناعة البترول عن طريق طرق معالجة تعتمد على طبيعة الملوث ومكوناته وتركيزاته وكميته وعلى درجة الإزالة المطلوبة والاعتبارات الاقتصادية لطريقة المعالجة. وتنقسم طرق المعالجة عمومًا إلى أربعة طرق رئيسية هي الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والحرارية وسوف نستعرض هذه الطرق خلال السطور القادمة.

أ - المعالجة الفيزيائية للعوامل الملوثة

وهى العمليات التي تعتمد على القوى الطبيعية والفيزيائية، ويتم فيها نقل المكون أو الملوث الخطر من وسط إلى وسط آخر دون إحداث تغيير في خواصه الأساسية. وتعتبر طرق المعالجة الفيزيائية من أبسط الطرق

وأرخصها وأقلها كلفة وتعقيدًا. وتتضمن طريقة المعالجة الفيزيائية فصل الطور الصلب عن السائل وفصل السوائل غير المختلطة، وكــذلك فصــل الآطوار غير المائية مثل الزيت عن الطور المائي. ويتم ذلك بواسطة عدة طرق فيزيائية مثل التصفية، الترسيب، الترقيد، الترشــيح، الامتصــاص، التبخير، والتقطير. وتعتمد الطريقة المختارة على نوعية وخواص المواد الصلبة العالقة. ومن أمثلة الطرق الفيزيائية التي تستخدم لمعالجة التلوث البترولي ما يلي:

- فصل البقع الزيتية بالجاذبية الارضية باستخدام فاصل الزيت بالجاذبية API.
- فصل الزيوت من المياه الصناعية بالتعويم الهوائي باستخدام وحدة التعويم الهوائيDAF.

وبعد فصل المكون الملوث بالطريقة الفيزيائية المختارة يتم التخلص منــه بالدفن الصحي الامن، أو بالحرق، أو يجري عليه معالجات أخري أو يعاد استخدامه مرة أخرى. والطرق الفيزيائية ليست كافية غالبًا لإزالة كافــة الملوثات البترولية إذا غالبًا ما يتبعها وحدات كيميائية أو بيولوجية.

المعالجة الكيميائية للعوامل الملوثة

وهى العمليات التي تعتمد على حدوث تفاعل كيميائي من أجل التخلص من الملوثات أو تحولها إلى مواد يسهل فصلها. وتعتبر المعالجة الكيميائية من أكثر الطرق استخدامًا لمعالجة الملوثات البترولية وخاصة السائلة منها. وهناك العديد من الطرق المتبعة في المعالجة الكيميائية مثل:

1- **التعادل الكيميائي**: ويتم فيه ظبط قيمة الاس الهيدروجيني للمخلفات وذلك لمعادلة المخلفات الحامضية والقلوية لتقليل آثارها الضارة التي تتمثل غالبًا في التأكل الكيميائي. ويجري التعادل الكيميائي غالبًا بإضافة مادة كيميائية لتغيير الاس الهيدروجيني إلى مستوى نقطة التعادل التي تتراوح بين 6.5- 7.5.
2- **الترسيب الكيميائي**: ويتم في هذه الطريقة اضافة مواد كيميائية لتحويل الأيونات الذائبة في المخلفات السائلة إلي

ايونات غير ذائبة يسهل ترسيبها. مثل استخدام القلويات لترسيب العناصر الثقيلة في مياه الصرف الصناعي.

3- **الاكسدة والاختزال:** ويتم في هذه الطرق اكسدة أو اختزال الملوثات لتحويلها الي مواد غير ضارة بيئيا أو صحيا أو اقل سمية.

ج- المعالجة البيولوجية للعوامل الملوثة

وتعتمد المعالجة البيولوجية على النشاط البيولوجي للكائنات الحية الدقيقة (البكتريا-الفطريات-الخمائر) فى التخلص من الملوثات وازالتها من المياه والتربة الملوثة بالمواد البترولية وتحويلها الي مواد غير ضارة بالبيئة، كما في حالة ازالة البقع البترولية من المياه الملوثة بها ومعالجة مياه الصرف الصناعية والتربة الملوثة. وتستخدم هذه الطرق أساسًا من أجل التخلص من المواد العضوية (الرغوية أو الذائبة) القابلة للتحلل بيولوجيا. وتتم هذه العملية من خلال تحويل هذه المواد إلى غازات تتسرب إلى الهواء الخارجي أو إلى نسيج الخلايا البيولوجية (الحمأة) التى يمكن التخلص منها عن طريق الترسيب.

والمعالجة البيولوجية للماء الملوث يمكن أن تكون معالجة هوائية أو معالجة لاهوائية، وكل نوع له سلالاته الخاصة من الكائنات الحية الدقيقة والنواتج النهائية لكل منهما ذات مواصفات تختلف عن النوع الآخر بالرغم من أن الهدف في كلتا الحالتين هو تحويل المكونات العضوية إلى نواتج نهائية(غازات وماء ومواد صلبة سهلة الفصل). وبالنسبة للمعالجة البيولوجية الهوائية فانها تتطلب تامين كمية كافية من الأكسجين عبر استخدام الهوايات السطحية أو النافثات الهوائية من أجل أستخدامها بواسطة الكائنات الدقيقة لأكسدة المواد العضوية وتحويلها الى كتلة بيولوجية ومواد بسيطة أخرى. أما بالنسبة للمعالجة اللاهوائية فهي تستخدم غالبًا عندما تكون المياه الملوثة محتوية على تراكيز عالية من المواد العضوية وتتضمن تأمين أحواض لاهوائية بحيث تعمل الميكروبات اللاهوائية على تحويل المواد العضوية إلى غاز الميثان والهيدروجين وكبريتيد الهيدروجين والأمونيا وغاز ثاني أكسيد الكربون ونمو الكتلة البيولوجية وتكوين

خلايا جديدة. وتتميز النواتج الغازية للتحلل اللاهوائي بأنها ذات روائح كريهة وبعضها قابل للإشتعال لذلك يجب جمعها والتحكم بها تحت قواعد عالية للأمان والسلامة.

د-المعالجة الحرارية للعوامل الملوثة

تستخدم الحرارة في تفاعلات كيميائية للتخلص من الملوثات عن طريق تغييرها، فتستخدم الحرارة العالية في اكسدة المواد العضوية لتحويلها إلى ثاني اكسيد الكروبون والماء. وتعد المعالجة الحرارية من الطرق الجيدة للتخلص من المخلفات العضوية الخطرة لأنها تدمر المكون العضوي بدرجة كبيرة وينتج عنها كمية صغيرة من الانبعاثات الضارة التي يمكن السيطرة عليها.

2- التخلص الآمن من الملوثات والمخلفات الخطرة

من طرق التخلص الآمن من المخلفات الصناعية الخطرة هي طريقة الدفن الآمن وذلك من خلال دفنها فى الأرض بطرق علمية صحيحة في مدافن مصممة هندسيا بطريقة علمية صحيحة بدون أن تعرض البيئة لأية مخاطر ويُراعى الآتي في عملية الدفن:

- اختيار المكان الملائم.
- اختيار طريقة النقل الصحيحة.
- دراسة الموقع والتربة من ناحية الهندسة البيئية.
- دراسة الخصائص الهيدرولوجية للموقع.
- إعداد الموقع لعملية الدفن.

وتتم عملية الدفن بحفر الأرض إلى أعماق متفق عليها ثم تعزل الحفر عن المياه الجوفية بطبقة عازلة من الأسمنت أو معادن الطين او بنوع خاص من البلاستيك لحماية المياه الجوفية من التلوث، ثم تدفن المواد الصلبة بواسطة هراسات بعد دمكها لمرات عديدة. ويراعي أيضًا في موقع الدفن أن يكون بعيدًا عن التجمعات السكنية الحالية والمستقبلية وأن يكون معزولا عن مصادر المياه السطحية والجوفية.

3- تدوير واعادة استخدام المخلفات

وهي عملية اعادة استخدام بعض المواد التـي جـرى اسـتخدامها فـي العمليات الصناعية التي تجري اثناء العمليات الإنتاجيـة مثـل العوامـل المساعدة، المذيبات مواد الترشيح وغيرها من المواد الكيميائية. وتتبـع هذه الطرق في حالات صعوبة التخلص من المكون الملوث الخطر لتسببه بأثار بيئية وصحية خطيرة. وكتوفير التكاليف الناتجة عن استخدام خامات جديدة. فعملية تدوير وإعادة استخدام المخلفات لها العديد مـن الفوائـد الاقتصادية والبيئية منها:

- المحافظة على موارد المواد والطاقة.
- تقليل الاستهلاك من خلال إطالة عمر المنتج.
- تقليل الاستهلاك من خلال إعادة التصنيع.
- تقليل الاستهلاك من خلال الرفع من كفاءة العمليات الإنتاجية.
- توفير الطاقة من خلال التقليل من العمليات الإنتاجية.
- حماية الأراضي المستخدمة كمكبات لرمي القمامة من خلال التقليل من المخلفات.
- حماية البيئة من المواد الضارة والسامة الناتجة عن الصناعات الاستخراجية والتحويلية.

ويلاحظ أن عملية إعادة تدوير واستخدام المخلفات الناتجة عن صـناعة البترول تطبق فقط مع عدد محدود من المواد الصـناعية وذلـك نظـرًا للاعتبارات الفنية والاقتصادية.

ثالثًا... السيطرة على ملوثات الهواء البترولية

ترتكز طرق السيطرة على الملوثات الهوائية البتروليـة علـى عمليتـين هامتين هما:

- إيقاف انبعاث الملوثات السامة عن طريق معالجة مصادرها.
- إزالة آثار الملوثات السامة من الهواء عن طريق تطهير الهواء

وعمومًا يمكن تحقيق ذلك من خلال الإجراءات التالية:

- تقليل انبعاث الملوثات إلى الهواء.
- إزالة الغازات الملوثة.

1. تقليل انبعاث الملوثات الي الهواء

يمكن تقليل انبعاث الملوثات إلى الهواء من خلال التحكم في مصادر إطلاق هذه الملوثات، ففي المنشأت البترولية فان التحكم في العمليات التصنيعية والإنتاجية للمواد البترولية من شأنه أن يقلل من انبعاث الملوثات من هذه المنشأت ويتأتى ذلك من خلال:

- تغيير نوعية المواد الأولية (الخامات) المستخدمة في الإنتاج.
- إدخال عمليات تصنيعية لإزالة المواد المسببة للتلوث.
- تغيير الطريقة الصناعية المتبعة وأستخدام تقنيات حديثة.
- تخطيط عمليات الأنتاج والتشغيل وتعاقبها.
- إعادة التصميم بما يضمن استخدام وتدوير المواد الملوثة.
- التصميم الامثل للمداخن ووحدات المعالجة.

وتعد إجراءات السيطرة على الملوثات الهوائية من أهم الوسائل لتقليل انبعاث الملوثات من المصدر، وتختلف هذه الإجراءات باختلاف نوعية الملوث ويمكن تقسيمها إلى الآتي:

أ- إجراءات الحد من التلوث بغاز أول أكسيد الكربون

إن المصدر الرئيسي لانبعاث غاز أول اكسيد الكربون هو حرق الوقود في آلات الاحتراق الداخلي في وسائل النقل والمركبات مثل وقود الجازولين والديزل. والاجراءات التالي تساعد على تخفيض كميات أول أكسيد الكربون المنبعثة من تلك الآلات:

- تطوير ماكينات الاحتراق الداخلي بما يضمن الاحتراق الكامل للوقود داخلها.
- تركيب أجهزة حفز الاحتراق الكامل للوقود على أجهزة العادم مثل أجهزة التحويل بالعامل الحافز المساعد لأكسدة كامل أول أكسيد الكربون إلى ثاني اكسيد الكربون.
- استعمال بدائل الوقود النظيفة مثل الغاز الطبيعي التي تقل فيها نسب انبعاث غاز أول أكسيد الكربون.
- ولأجل إزالة غاز أول أكسيد الكربون من الغازات الصناعية المنبعثة فيمكن استخدام الأكسدة لتحويل غاز أول اكسيد الكربون المنبعث إلى ثاني أكسيد الكربون وذلك بالطرق الآتية:
- استخدام بخار الماء مع عامل مساعد مثل أكسيد الكروم أو أكسيد

الحديد بدرجة حرارة تتراوح بين 400–480 مئوية

$$CO + H_2O \longrightarrow CO_2 + H_2$$

- طريقة الأكسدة باستخدام الحرارة والعامل المساعد؛ حيث يضخ الهواء الملوث بأول أكسيد الكربون إلى مفاعل حيث يزود بالأكسجين اللازم لأكسدة أول أكسيد الكربون بشكل تام إلى ثاني أكسيد الكربون في درجة حرارة تتروح بين 120–500 مئوية في وجود المنجنيز كعامل مساعد حفاز.

$$CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$$

ب – اجراءات التحكم في التلوث بأكاسيد الكبريت

هناك طرق عديد للسيطرة على أكاسيد الكبريت التي تنبعث من الهواء منها على سبيل المثال:

1- استخدام وقود قليل المحتوي من الكبريت.
2- احلال مصادر الوقود الحالية بمصادر أخرى للطاقة النظيفة.
3- التخلص من الكبريت من الوقود قبل الحرق عن طريق إزالة الكبريت من المنتجات البترولية.
4- التخلص من أكاسيد الكبريت من الغازات المنطلقة.
5- تقليل انبعاث الغازات الكبريتية عن طريق تقليل استهلاك الوقود وترشيد استهلاك الطاقة.
6- استخدام المداخن العالية لتشتيت الملوثات والغازات الكبريتية.

التخلص من ثاني أكسيد الكبريت

يتم التخلص من ثاني أكسيد الكبريت الملوث للهواء والناتج من حرق الوقود، بعدة طرق، أهمها:

- الحقن بالحجر الجيري: يضخ الهواء الملوث بثاني أكسيد الكبريت إلى فرن يتم فيه تحويل الحجر الجيري إلى جير حي ويتفاعل الجير الحي مع ثاني أكسيد الكبريت مكونا كبريتات وكبريتيت الكالسيوم ثم يوجه الهواء إلى أبراج غسيل للتخلص من الدقائق العالقة.

$$2Ca(OH)_2 + 2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2CaSO_4 + 2H_2O$$

- الغسيل بالماء: يوجه الهواء المحمل بالدقائق وغيرها إلى بـرج غسيل حيث يتم غسله بالماء وتخليصه من هذه الملوثات ليصبح هواء نظيفاً يطلق من المدخنة.
- طريقة الادمصاص: وفي هذه الطريقة توجه الغازات الملوثة إلى أبراج ادمصاص تكون أسطحها الخارجية مغطـاة بطبقـة مـن الكربون النشط حيث يتم ادمصاص الغاز الكبريتي ثم يتساقط رذاذ مائي يحول الغاز إلى حمض ضعيف (H2SO3).
- طريقة الأكسدة: وفي هذه الطريقة يوجه الهواء الملـوث بغـاز (SO2) إلى مفاعلات بها عوامل حفارة تعمـل علـى تحويـل (SO_2) إلى غاز (SO_3) ثم يوجه هذا الغاز الناتج إلـى أبـراج امتصاص ثم يتساقط يحول (SO_3) إلى (H_2SO_4) الذي يمكـن استخدمه أو بيعه.

1- إجراءات التحكم في التلوث بكبريتيد الهيدروجين

الغازات والمقطرات الخفيفـة "الغـازات البتروليـة والمسـالة والبنـزين والكيروسين" غالبًا ما تحتوي على كبريتيد الهيدروجين، وهو موجود أساسًا في الخام أو تكون من تحلل المركبات الكبريتية خلال العمليات المختلفة. وهو غير مرغوب فيه بسبب رائحته الكريهة وتسببه في تلوث الهواء ، وكذلك تحوله بسهوله إلى كبريت؛ مما يسبب تآكلاً في الآلات والمعـدات. وهنـاك طريقتين لازالة كبريتيد الهيدروجين حسب نسـبته أو تركيـزه ويتحـول كبريتيد الهيدروجين إلي مركب كبريتي آخر يسهل استعادة الكبريت منـه لتصنيعه فيما بعد في بعض الصناعات كصناعة الأسمدة الكبريتية مثلا.

أ- إذا كانت نسبة كبريتيد الهيدروجين ضئيلة يستخدم محلول الصودا الكاوية (هيدروكسيد الصوديوم) لتحويله إلي كبريتيد صوديوم وماء كما تبين المعادلة الاتية:

$$2NaOH + H_2S \longrightarrow Na_2S + 2H_2O$$

ب- أما إذا كانت النسبة عالية فيستخدم سائل مناسب لامتصاص غاز كبريتيد الهيدروجين مثل استخدام أحد الامينات العضوية كأحادي

الايثانول امين أو ثنائي الايثانول امين.

$$NH_2CH_2CH_2OH + H_2S \rightarrow CH2CH_2OHNH_3HS.$$

$$NH(CH_2CH_2OH)_2 + H_2S \rightarrow (CH_2CH_2OH)_2NH_2HS.$$

مراحل المعالجة والغسيل ثنائي الايثانول امين للتخلص من كبريتيد الهيدروجين ولاستعادة الكبريت

- تفصل عادة غازات الميثان والايثان قبل استرجاع الكبريت من كبريتيد الهيدروجين. وتجري هذه العملية بإذابة كبريتيد الهيدروجين في مذيب والمذيب هنا هو ثنائي الايثانول امين DEA وقد يستخدم مواد للامتزاز مثل الكربون المنشط والحديد الاسفنجي وأكاسيد الزنك.
- يضخ ثنائي الايثانول أمين إلى برج الامتصاص حيث يتقابل مع الغازات ويذوب كبريتيد الهيدروجين في محلول الامين ويكون مركب معقد (متراكب) غني بالأمين كالمركب $(CH_2CH_2OH)_2NH_2HS$. تجري إزالة لغازات الوقود من البرج ويتم تدويرها كوقود للافران والغلايات.
- يسخن المحلول الغني بالكبريتيد بواسطة النزع باستخدام البخار في فاصل البخار stripper ومحلول الامين المتبقي يتم تدويره مرة اخري في برج الامتصاص واعادة استخدامه.

ويبين الشكل التالي مسار العمليات في نظام المعالجة بثنائي الايثانول امين.

شكل5-1مخطط لمسار الطريقة الشائعة لمعالجة الغازات الحمضية وإزالة الكبريت منها باستخدام محلول الداي ايثانول

إزالة مركبات المركبتان

المركبتانات الموجودة في المنتجات البترولية غير مرغوب فيها نظرًا لرائحتها الكريهة، فتعالج هذه المنتجات للتخلص منها أو تحويلها إلى مركبات أقل ضررًا أو تكون أكثر قبولاً.

والمركبتانات الموجودة في المنتجات التي تغلي حتى أقل من 100 مئوية يمكن التخلص منها بالمعالجة بواسطة محلول الصودا الكاوية التي تكون مركبات مذابة في الصودا الكاوية.

$$RSH + NaOH \rightarrow RSNa + H_2O$$

أما المركبتانات الثقيلة الموجودة في المقطرات العالية التي تغلي أعلى من 100 مئوية فهي لا تذوب في الصودا الكاوية ويتم عملية تحلية لها حيث تحول فيها المركبتانات الضارة إلى ثنائي الكبريتيد الأقل ضررًا أو المقبولة والمسموح بوجودها في المنتجات . فبالرغم من أن الكبريت لم تتم إزالته إلا أن المنتج خضع لعملية تحلية بتحويل المركبتان إلى ثنائي الكبريتيد. وذلك باستخدام محلول الصودا الكاوية مع أكسيد الرصاص وبإضافة كمية محسوبة بعناية من الكبريت.

$$2NaOH + PbO(litharge) \rightarrow Na_2PbO_2 + H_2O$$

$$RSH + Na_2PbO_2 \rightarrow 2NaOH + Pb(SR)2$$

$$Pb(SR)_2 + S \rightarrow PbS + R\text{-}S\text{-}S\text{-}R$$

3- إجراءات التحكم في التلوث بأكاسيد النتروجين

تنتج أكاسيد النتروجين من كافة عمليات حرق الوقود حتي وأن كان لا يحتوي على النتروجين وتتلخص عمليات واجراءات التحكم في اكاسيد النتروجين في الاتي:

- تقليل انبعاث الغازات النتروجينية عن طريق تقليل استهلاك الوقود وترشيد استهلاك الطاقة.
- تحسين كفاءة المبادلات الحرارية.
- استعادة اكبر كمية من الطاقة الحرارية الخارجة مع المـــواد مـــن الافران.
- تحسين كفاءة الوحدات التشغيلية لضمان تشغيل مشاعل ذات حرارة منخفضة لخفض درجة حرارة الاحتراق.

ويمكن التخلص من أكاسيد النتروجين عن طريق:

- **الاختزال باستخدام الغاز الطبيعي:** يضخ الهواء الملوث بأكاسيد النيتروجين مع الغاز الطبيعي الي جهاز تفاعل يحوي عامل حفاز مثل البلاتين .يشعل الخليط ويقوم الغاز الطبيعي باختزال أكاسيد النيتروجين وتحويلها إلى نيتروجين وبخار ماء. وهذه النواتج يمكن إطلاقها في الهواء الجوي بلا خوف من حدوث أضرار.

- **استخدام هيدروكسيد الماغنسيوم في أبراج الغسيل:**

يضخ الهواء الملوث بأكاسيد النيتروجين والكبريت إلى برج غسيل حيث يدخل من أعلى البرج محلول لهيدروكسيد الماغنسيوم ويخرج الهواء النظيف من أعلي البرج. ويسحب المحلول إلي جهاز ترسيب حيث يرسب كبرتيت الماغنسيوم ويحول إلى حمض كبريتيك أما نيتريت الماغنسيوم الذي تكون من تفاعل أكاسيد النيتروجين مع هيدروكسيد الماغنسيوم فيمكن تحويله إلى حمض النيتريك الذي يعادل بواسطة الأمونيا لإنتاج نترات الأمونيوم التي يمكن بيعها كمكون من مكونات السماد النتروجيني.

$$2Mg(OH)_2 + 4NO_2 \longrightarrow 2Mg(NO_2)_2 + 2H_2O + O_2$$

$$2Mg(NO_2)_2 + O_2 \longrightarrow 2MgO + 4NO_2$$

$$4NO_2 + 2NH_4OH \longrightarrow 2NH_4NO_3 + H_2$$

وتعتبر أكاسيد النيتروجين من أصعب الملوثات من زاوية التحكم فيها، ولكن عموما يمكن تطبيق الإدمصاص الجاف للتحكم فى أكاسيد النيتروجين من خلال مرشحات ذات كربون منشط أو نظم حقن الأمونيا.

3- إجراءات التحكم في التلوث بالغبار والجسيمات الدقيقة

إن المصادر الرئيسية لانبعاث الغبار والجسيمات الدقيقة هو الأفران والغلايات البخارية، ووحدات التكسير بالعامل الحفاز ولإزالة الغبار والجسيمات الدقيقة تستخدم عدة طرق تعتمد على:

- الحالة التي عليها الملوث (صلب – سائل – غاز).
- معدل السريان.
- تركيز الجسيمات.
- توزيع الملوثات وحجم الجسيمات.
- الخواص الطبيعية والكيميائية للجسيمات او الدقائق

ولكي نأخذ عينة بهدف قياس كمية الدقائق لابد مـــن اســـتخدام مرشـــح (مصفاة) لاصطياد الجسيمات العالقة في الهواء ويصمم المرشح لمواجهة مختلف الاجواء وعلينا أن نسجل سرعة تـــدفق الهـــواء الحامـــل لهـــذه الجسيمات.

إلا أن الجسيمات تترسب وهنا يؤخذ بالاعتبار ضـــغط الهـــواء ودرجـــة حرارته ومعدل سريانه وكذلك حجم وكثافـــة الـــدقائق ويمكـــن اســـتخدام الأجهزة التالية للتحكم بالدقائق العالقة في الهواء الملوث.

ويمكن استخدام الأجهزة التالية للتحكم بالدقائق العالقة في الهواء الملوث.

- **مرشحات الهواء : Air Filters**

وهي أجهزة إزالة التركيزات القليلة من الأتربة العالقـــة بـــالهواء الملوث أو الهواء الذي يتحرك داخل مبني. وينبغـــي أن تكـــون سرعة الهواء الملوث منخفضة عبر المرشح حتي يتسني ترسيب معظم الجسيمات العالقة. وتعد فلاتر الأكيـــاس المصـــنوعة مـــن القماش هى الأكثر استعمالا للتحكم فى الجسيمات الصلبة. وتكـــون كفاءة الجمع في هذه الفلاتر حوالي 99 %.

- **السيكلون: Cyclone**

جهاز يستخدم صناعيًا لإزالة الجسيمات العالقة بالهواء أو الغازات ويقوم بتنظيف الهواء من الجسيمات الصلبة ويعتمد تشغيله علـــى قوي الطرد المركزية. وهو يستخدم لإزالة أنواع الـــدقائق كافـــة الصغيرة للغاية والمتوسطة والكبيرة. ويتكون السيلكون من وعاء مخروطى يضخ فيه الهواء الملوث من أعلي، حيث ترسب الدقائق وتستقر في القاع ويعود الهواء للخروج من فتحة أخرى في أعلى الجهاز.

- **المرسب الديناميكي: Dynamic Precipitator**

يضخ الهواء الملوث إلى المرسب الديناميكي الذي يحركه بحركـــة دورانية بواسطة قلاب على هيئة ريش. وتسبب هذه القوة سحب الهواء المحمل بالـــدقائق بســـرعة كبيـــرة، ودورانـــه بزاويـــة 90° [AGC1]؛ مما يجعل المواد العالقة تترسب.

- **مجمعات العوالق المبللة :Wet Collectors**

يضخ الهواء الملوث من أسفل برج ويدخل الماء من فتحات ضيقة على شكل رذاذ من أعلى، ويقوم رذاذ الماء بتصيد الدقائق العالقة في الهواء الملوث بحيث تزال تدريجيًا.

- **المرسب الألكتروستاتيكي :Electrostatic Precipitator**

يضخ الهواء الملوث الي جهاز مشحون بقوة كهربائية كبيرة جدا وتعمل على شحن الدقائق، فيقوم قطب باجتذاب الدقائق المشحونة اليه، فيتخلص منها الهواء.

- **استخدام المحاليل المساعدة في ترسيب المواد العالقة (طريقة الترسيب الرطبة)**

- **الأكسدة الحرارية للمخلفات الغازية (ترميد حراري):**

وهي من الطرق الشائعة للتحكم في انبعاث المركبات العضوية المتطايرة من مصادر صناعية. تتراوح درجة الحرارة العادية لحرق المركبات العضوية المتطايرة بين 1000 إلى 1500 فهرنهايت 5380 إلى 815 درجة مئوية، ويمكن أيضًا حرق أول أكسيد الكربون وتحويله إلى ثاني أكسيد الكربون.

4- اجراءات التحكم في التلوث بالهيدروكربونات

كما ذكرنا فإن مصادر التلوث الرئيسية بالهيدركربونات داخل المنشأت البترولية هي التبخر من الخزانات والصهاريج البترولية، والانبعاثات الهاربة من الصمامات، وعمليات تحميل شاحنات البترول بالمواد البترولية، عملية ملئ خزانات السيارات والمركبات بالوقود وغيرها من العمليات المرتبطة بنقل البترول وتخزينه.

ويمكن التحكم في انبعاث الهيدروكربونات إلى الهواء عن طريق:

- التقليل من الأبخرة الهيدركربونية المتطايرة من الخزانات والصهاريج عن طريق استخدام خزانات ذات صقوف متحركة يسهل التحكم بها.
- تحويل التسربات والانبعاثات الهاربة من المواد الهيدركربونية الي اماكن تجميع أو حرقها في الشعلات.

- التحكم في درجة حرارة الخزانات والصهاريج بتخفيض درجة حرارة الوقود داخلها باستخدام اجهزة تبريد وتهوية وتبادل حراري ذات كفاءة عالية.
- طلاء خزانات وصهاريج المواد البترولية بطلاء عاكس للحرارة لمنع إرتفاع درجة الحرارة بفعل تأثير أشعة الشمس.
- وضع أجهزة كشف للأبخرة الهيدركربونية في الأماكن التي يحتمل أن تكون مصادر لانبعاثاتها.

رابعًا... السيطرة على ملوثات الماء البترولية

يمكن التحكم في التلوث البترولي للماء من خلال الطرق الاتية:
أ- معالجة الصرف الصناعي الناتج عن الأنشطة الصناعية داخل المنشات البترولية.
ب- مكافحة التلوث البترولي للزيت المنسكب.

أ- معالجة الصرف الصناعي الناتج عن الأنشطة الصناعية داخل المنشات البترولية

تتولد داخل معامل تكرير البترول اربعة انواع رئيسية من مياه الصرف الملوثة هي:
- مياه العمليات الملوثة (وحدة إزالة الاملاح، أبراج النزع بالبخار......)
- مياه تبريد المنتجات.
- مياه تبريد الماكينات.
- مياه غسيل الأرضيات.

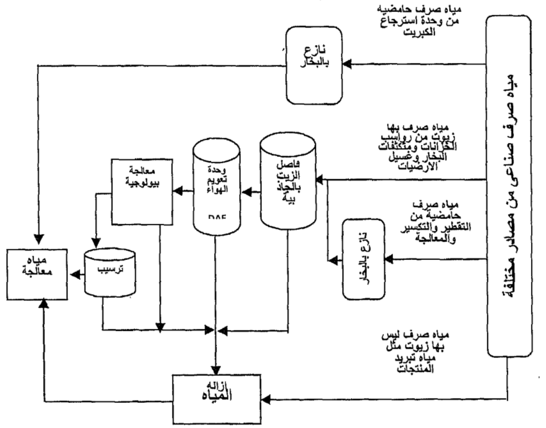
وغالبًا ما تحتوي المنشات البترولية على مسارين للماء الذي يتم صرفه المسار الأول هي مخلفات مياه صرف قليلة التلوث أو نظيفة نسبيًا مثل مياه التبريد للمنتجات، والمسار الثاني هو مياه الصرف الزيتية وهي المياه الملوثة الناتجة عن العمليات التصنيعية.
ولكون مياه تبريد المنتجات نظيفة نسبيًا فانها تستخدم لتخفيف مياه الصرف الصناعية الأشد تلوثًا للوصول إلى مستويات تسمح بالصرف الآمن إلى البيئة طبقًا للمعايير والقوانين البيئية المحددة لهذه المياه.

المصادر الرئيسية لمياه الصرف الملوثة

تتعدد المصادر التي تنتج مياه صرف صناعي ملوثة داخل المنشأت البترولية إلا أنها لا تخرج عن المصادر الآتية:

- المياه الملوثة المتولدة عن تبريد الماكينات، فهذه المياه ربما تحتوي على بعض الزيوت المتسربة من هذه العملية.
- مياه ملوثة من صرف الخزانات والصهاريج.
- مياه غسيل الأرضيات خاصة الارضيات التي تحتوي على بقع زيتية تسربت إليها من المعدات أو الانسكابات على الأرض.
- المياه الناتجة عن وحدة إزالة الاملاح.
- مياه تفوير الغلايات ومياه الغسيل العكسي للميسرات.
- المياه الحامضية الملوثة المتولدة من وحدات التقطير ومن وحدات إزالة المعالجة بالهيدروجين.

المياه الملوثة بالزيت تضخ إلى فاصل الزيت بالجاذبية API للمياه الزيتية وتمرر مياه تبريد لمنتجات مباشرة وتخلط مع المياه الزيتية بعد معالجتها في الفاصل بالجاذبية وذلك قبل الصرف النهائي.



شكل 5-2 مخطط لانواع مختلفة من المياه الملوثة وطرق معالجتها

أهمية معالجة مياه الصرف الصناعية لمصافي البترول وطرق تنقيتها:

تحتوي المياه المنصرفة خلال شبكة المجاري (شبكة الصرف) داخل المنشآت البترولية ومصايد البترول إلى منابع المياه الطبيعية على كمية كبيرة من المنتجات البترولية، والأملاح، ومواد التفاعل المنصرفة، وكبريتيد الهيدروجين، وأنواع مختلفة من البكتريا والشوائب الأخرى. ويؤدي صرف المياه الصناعية بدون معالجة إلى تلوث منابع المياه تلوثاً شديدًا، وإلى تقليل نسبة الأكسجين الذائب في الماء بدرجة كبيرة، مما يؤدي إلى هلاك الأسماك والكائنات المائية، وسوء الظروف الصحية لسكان المناطق السكنية المجاورة للشاطئ. وقد تتلوث منابع المياه بمياه الصرف المتخلفة عن عمليات الأنتاج بالدرجة التي لا تصبح فيها هذه المنابع نافعة لأغراض الغسيل والشرب فحسب، بل لأغراض الأنتاج كذلك. وتفقد علاوة على ذلك مع مياه الصرف الصناعية قيم مادية هي البترول والمنتجات البترولية، ومواد التفاعل والمواد الأخرى. ولذلك فإن مكافحة فقد المنتجات البترولية مع مياه الصرف الصناعية لمصانع معالجة البترول، تُعدّ أمرًا ذا أهمية اجتماعية وسياسية.

جدول 5-1

المؤشرات القياسية المحددة لخصائص مياه الصرف الصناعى لوحدات تكرير البترول.

المؤشر
الأكسجين الحيوى الممتص (BOD_5)
الأكسجين الكيميائى المستهلك (COD)
الكربون الكلى العضوى (TOC)
الزيوت والشحوم Oils and Grease
الأس الأيدروجينى (pH)
المواد الصلبة العالقة TSS
المواد الصلبة الذائبةTDS
المواد الصلبة العالقة المتطايرة VSS
الكروم Cr

النحاس Cu
الحديد Fe
الزنك Zn
الرصاص Pb
السيانيد CN
الكلوريدات Cl^-
الكبريتات SO_4^{--}
الامونيا
النترات NO_3^-
الفسفور P
المواد السامة
درجة الحرارة
العكارة
اللون
الروائح
الفينولات
المركابتنات والكبرتيد

وهناك ثلاث طرق شائعة لتنقية مياه الصرف المتخلفة من عمليات الأنتاج هي:

- الطريقة الميكانيكية.
- الطريقة الفيزيائية.
- الطريقة الكيميائية.
- والطريقة البيولوجية.

وتستخدم هذه الطرق منفردة أو مقترنة ببعضها، وغالبًا لا تخلو وحدات المعالجة لمياه الصرف الصناعي داخل المنشأت البترولية من وحدات المعالجة الميكانيكية والفيزيائية وذلك لوجود كميات من الزيوت والمستحلبات داخل مياه الصرف الصناعي.

1- **الطريقة الميكانيكية**

وفي الطريقة الميكانيكية، يتم ترويق المنتجات البترولية والشوائب الميكانيكية والجسيمات الكبيرة التي لا تذوب في الماء والموجودة على صورة معلق. ويسمح الترويق بترسيب الشوائب الميكانيكية، والجسيمات

العالقة، التي تزيد كثافتها على كثافة الماء "الرمل في مصايد الرمل" مثلاً، وكذلك بفصل المنتجات البترولية الأقل كثافة، التي تطفو على السطح "التقاط الكتلة الأساسية من البترول والمنتجات البترولية في مصايد البترول" مثلاً.

وترشح المياه الصناعية خلال مرشحات الترويق "حلقات راشيج والخزف والكوك والأنتراسيت وغيرها"، بغرض الاحتجاز الميكانيكي لجسيمات المنتجات البترولية المستحلبة. واستخدام هذه المرشحات محدود؛ حيث إنها لا تهدم المستحلب البترولي، وتسد بالجسيمات المعلقة، وتتطلب ملاحظة مستمرة.

فصل الزيوت

ويعد فصل الزيوت من اهم الطرق الميكانيكية لمعالجة مياه الصرف الصناعي لوحدات التكرير البترولية.

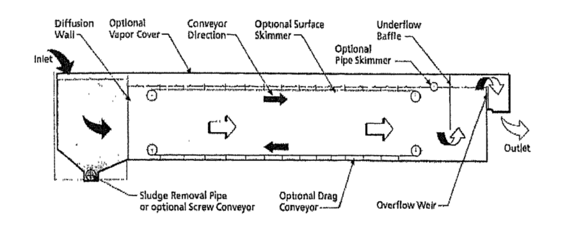
وتتم إزالة الزيوت في أحواض خاصة تتراوح مدة المكث فيها من عشرة إلى عشرين دقيقة، وقد تزود هذه الأحواض بهواء مضغوط؛ مما يساعد على تجميع حبيبات الزيت مع بعضها وطفوها على سطح الحوض.

ويزود مخرج الحوض بحائط لمنع خروج الزيوت الطافية مع بقية المخلفات السائلة، ويتم كشط هذه الزيوت كلما تجمعت ويتم التخلص منها أما بدفنها في خنادق في الأرض أو بحرقها مع المواد التي حجزت من المصافي الميكانيكية.

ويتم في معظم وحدات معالجة مياه الصرف الصناعي فصل المواد الطافية والزيوت والمواد العضوية الحرة (الغير مستحلبة) من المياه الملوثة. وهذه العملية لها أهمية كبيرة فى المعالجة الأولية للصرف الصناعى. ولذلك فإن معظم الصناعات البترولية والكيميائية تستخدم أجهزة فصل الزيوت عن المياه بدلا من أجهزة الترسيب الأولية.

☒ فاصل الزيوت API Separator

وهو جهاز قامت المؤسسة الأمريكية للبترول (American Petroleum Institute) بتصميمه وهو الأكثر استخدامًا في الصناعات البترولية والمنشآت الصناعية الأخرى.



وهناك نموذجان لهذا النوع من أجهزة فصل الزيوت: النوع المستطيل والنوع الدائري ولكننا قلما نجد النوع الدائري؛ حيث إن النوع المستطيل يتماشى أكثر مع أحجام معظم الوحدات. وكثيرا ما تعمل هذه الأجهزة مع تدفق عال للمياه مما يحتاج إلى وحدات كبيرة الحجم. ولكن العيب الوحيد بها هو أنها تحتاج إلى زمن مكوث (Resident time) طويل لضمان أقصى كفاءة لفصل الزيت.

وفكرة عمل فاصل الزيوت API ان المياه تتحرك ببطء خلال الفاصل وهذا يسمح للزيت الحر أن يطفو على السطح ويكشط، بينما المواد الاثقل تستقر في القاع (حمأة) وتجرف. وتقوم وحدة API بتخفيض نسبة الزيوت إلى 100 جزء في المليون.

☒ وحدة فصل الزيوت CPI

هذه الوحدة تعتبر بديلا لوحدة الـ API وتتكون من مجموعة شرائح أو مجموعات من الأنابيب موضوعة بميل 60 درجة بحيث تنزلق المواد المحتجزة من أعلى الشرائح لتتجمع في القاع من أهم مميزات هذا الجهاز أنه يمكن أن يستخدم في مكان صغير المساحة ومع أنه قد وجد رواجا بين صناعات عديدة إلا أنه لا يستخدم بكثرة في عمليات تكرير البترول بسبب عدم قدرته على استيعاب معدلات التدفق العالية. وهو يتميز على وحدات الـ API والمروقات الأولية لأنه أكثر كفاءة في فصل الزيوت والمواد الصلبة نظرًا لأنه يمكن توفير مساحة سطحية أكبر.

2- الطريقة الفيزيائية

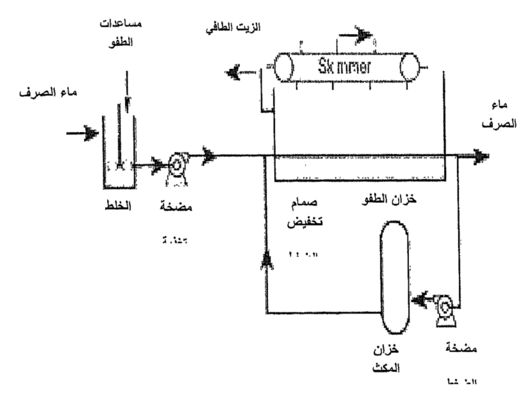
وهي الطريقة التي تشمل العمليات التى تعتمد على القـوى الطبيعيـة والفيزيائية وكانت هذه الطرق هى أول الطرق المستعملة فى معالجـة مياه الصرف لأن معظمها نشأت عن تأملات الإنسان الأول في الطبيعة. ومن هذه الطرق: التصفية - الخلط - الترسيب - التعويم أو الطفو - الترشيح – حركة الغازات.

وتعتمد طرق المعالجة الفيزيائية على الخواص الطبيعية الموجودة في الطبيعة نفسها بدون تدخل الأنسان، أي القوى المـوثرة هـي قـوى طبيعية التي لاحظها واكتشفها الإنسان داخل البيئة المحيطة.

وتعد طريقة التعويم إحدى الطرق البسـيطة لتنقيـة ميـاه الصـرف الصناعية من البترولية الزيتية، وفيها تشبع الماء بفقاعـات الهـواء المشتتة تشتيتًا دقيقًا، وتلتصق جسيمات البترول بفقاعات الهواء هذه، وتطفو على سطح الماء مكونة طبقة من الرغاوي. الميزة الأساسـية لعملية التعويم عن الترسيب هي أن الجزيئات الصغيرة جدًا أو الخفيفة يمكن إزالتها بشكل كامل وفي وقت قصير. وعندما تطفو الجزيئات إلى السطح فإنه يتم إزالتها بواسطة عملية الكشط.

*** وحدة التعويم الهوائي والمرشح الرملي كأحد الطرق الفيزيائية**

تعالج وحدة التعويم الهوائيDAF المياه الخارجة من فاصل الزيـوت API وهذه الوحدة تعمل على تخفيض محتوى الزيت في المياه مـن نسبة تتراوح بين 100–150 جزء في المليون إلى أقل من 10 جزء في المليون. وتعتبر وحدة التعويم الهوائي طريقـة فيزيائيـة جيـدة للفصل؛ حيث تتخلل المياه الملوثة فقاعات الهـواء؛ حيـث يـتلامس الهواء مع المياه الزيتية عند ضغط أعلى من الضغط الجوي ويكون



شكل5-3مخطط لوحدات الطفو بالهواء المذاب مع إعادة تدوير

كاف لإذابة الهواء في الماء ثم يخفض الضغط مما يسمح بانطلاق الفقاعة حاملة معها الزيت الي سطح وحدة التعويم ، ويساعد الهواء الذائب في طفو قطرات الزيت على السطح وكذلك المواد العالقة وكلاهما يمكن كشطه من قمة الوحدة.

وقد تستخدم مواد كيميائية معينة كمساعدات للطفو مثل الشبه Alum والبولي اليكتروليت poly electrolyte وتساعد هذه المواد على تكسير مستحلب الزيت والماء وتعمل على زيادة معدل الطفو وتعمل أيضًا على تكتل (ترويب) الشوائب على هيئة حمأة يمكن كشطها بسهولة من على السطح. ويمرر التدفق الخارج من وحدة التعويم الهوائي في بعض معامل تكرير البترول على مرشح رملي من أجل

تخفيض نسبة المواد العالقة والزيت في المياه الخارجة. يتم حقن الزيت المكشوط في خط الزيت الخام حتي يمكن إعادة استخدامه.

3- الطريقة الكيميائية

وتستخدم طرق التنقية الكيميائية، لفصل الأحماض المعدنية، والعضوية، والقلويات والأملاح، والمواد الأخرى، الموجودة بمياه الصرف الصناعية. وتتلخص هذه الطرق في إضافة مواد التفاعل إلى الماء الخاضع للتنقية، فتدخل هذه المواد في تفاعل كيميائي مع المركبات غير المرغوب، فيها؛ مما يساعد على تنقية الماء. وتساعد مواد التفاعل ــ في بعض الحالات ــ على تحطيم المستحلبات، ومعادلة الأحماض والقلويات، وفي حالات أخرى، تساعد على تحسين فصل المواد عديمة الذوبان، وتمتص المواد الذائبة، وتحوّل المواد الضارة إلى مواد غير ضارة، والمواد الذائبة إلى مواد عديمة الذوبان. وتجرى غالبًا عملية تنقية مياه الصرف الصناعية المحتوية على البنزين المؤثلن، بطريقة فيزيائية كيميائية بواسطة مذيب استخلاصي. ويستعمل البنزين غير المؤثلن مذيبًا.

4- الطريقة البيولوجية

وتقوم طرق التنقية البيولوجية على أساس العمليات البيوكيميائية، لأكسدة المواد العضوية، الموجودة في مياه الصرف الصناعية. ويمكن استخدام التنقية البيولوجية، في حالة عدم احتواء مياه الصرف على كمية كبيرة من المواد السامة، التي تخل بالنشاط الحيوي للكائنات الحية الدقيقة، في الوقت نفسه الذي توجد فيه كمية كافية من المواد الغذائية "البوتاسيوم، النيتروجين، والفوسفور، وغيرها" والمركبات

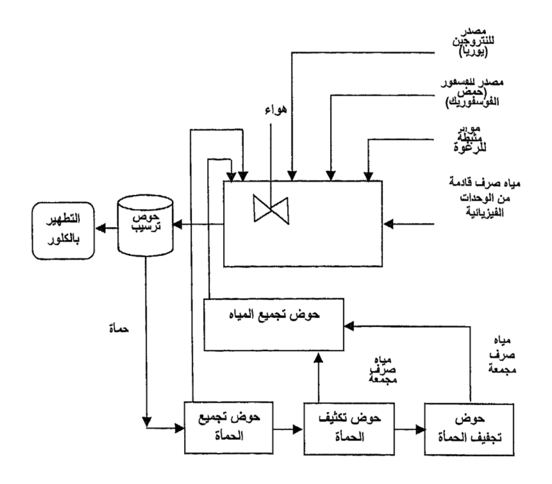
العضوية التي تتأكسد بسهولة، نتيجة للعمليات البيوكيميائية.

ويجب أن تسبق التنقية البيوكيميائية لمياه الصرف عمليات معالجة هذه المياه تمهيديًا. فالمياه المحتوية على كبريتيد الهيدروجين، والفينولات التي تعوق النشاط الحيوي للكائنات الحية الدقيقة تعالج تمهيديًا وتخفف بواسطة مياه الشرب، والمياه النقية اصطلاحًا. وكلما قلّ تركيز البترول والمنتجات البترولية في الماء، وزادت درجة تشتتها، زادت حدة تحطيم البترول بواسطة البكتريا، أي يصبح من الممكن تنقية مياه الصرف من البترول تنقية تامة، الشيء الذي لا يمكن التوصل إليه بطرق التنقية الميكانيكية.

وتتم في مصانع معالجة البترول عملية التنقية البيولوجية لمياه الصرف المنقاة تمهيديًا بطريقة ميكانيكية، في مرشحات هوائية، وفي برك بيولوجية، عن طريق إضافة المياه المنقاة، والهواء، وبعض الأملاح المعدنية الضرورية للنشاط الحيوي للكائنات الحية الدقيقة.

***وحدة المعالجة البيولوجية**

تعالج وحدة المعالجة البيولوجية الصرف الناتج من الوحدات الفيزيائية اذ غالبا ما تعقب وحدات المعالجة الفيزيائية وحدة معالجة بيولوجية. وتتكون الوحدة من خزان للتهوية، ومثخن لتكثيف الحمأة وحوض لتجفيف الحمأة.



شكل5-4 مخطط لعمليات المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصناعي لوحدات تكرير البترول

ب- مكافحة التلوث البترولي للزيت المنسكب

يحدث هذا النوع من التلوث الذي يصيب الماء نتيجة التسرب للبترول ومنتجاته إلي الماء بسبب الأسباب الآتية:

- إفراغ ماء التوازن لناقلات البترول في البحر.
- الحوادث التي تحدث أثناء عمليات الحفر والتنقيب والتي تسبب تلوث المياه بكميات هائلة.
- تسرب البترول إلى البحر أثناء عملية التحميل أو التفريغ في الموانيء البترولية.
- اشتعال النيران والحرائق بناقلات البترول في عرض البحر.
- التسرب الناتج من المنصات البحرية

- تسرب البترول الخام بسبب حوادث التآكل.
- التسرّب بانفجار آبار البترول في البحر أو بأجهزة إنتاج البترول الموجودة في البحر أو على الشواطئ أو حدوث تآكل كيماوي في خطوط أنابيب البترول البحرية.
- الحوادث البحرية والتي من أهمها ارتطام هذه الناقلات بالشعاب المرجانية أو بعضها ببعض حيث تسبب ناقلات البترول وحدها في تسرب الزيت الخام إلى مياه البحار والمحيطات بمعدل يصل إلى 2 مليون طن سنويًا بالرغم من أنه تبين أن الحوادث البحرية الواقعة لناقلات البترول لا تساهم في هذا التلوث إلا بما لا يزيد على 4.8 % فقط.
- تسرب البترول إلى البحر أثناء الحروب كما حدث في حرب الخليج الثانية.
- التسرب من الأنابيب البحرية الممتدة داخل الماء.

1- الإجراءات الوقائية لمنع التلوث بالزيت المنسكب

هناك العديد من الإجراءات الوقائية لمنع التلوث البترولي للمياه بالزيت المنسكب، وهذه الاجرءات تهدف إلي تقليل حدوث مسببات تسرب البترول أو المياه الملوثة بالبترول الي البيئة المائية ومن أهم هذه الإجراءات ما يلي:

- التصميم الجيد لناقلات البترول مما يحد من عمليات تسرب البترول الخام منها اثناء رحلاتها.
- الحد من التلوث بمياه الصابورة (مياه الاتزان المائي للناقلات).
- تطبيق معايير الامان والسلامة داخل المنشأت البترولية مما يقلل من حوادث الانفجار والتسرب البترولي.
- وضع برامج لمراقبة وفحص نوعية مياه البحر والرواسب والكائنات البحرية الحية الموجودة في المنطقة وكذلك تبادل الخبرات ما بين بلدان العالم المختلفة وإنشاء وتدعيم المراكز الإقليمية لمكافحة تلوث البترول خاصة في البحار شبه المغلقة

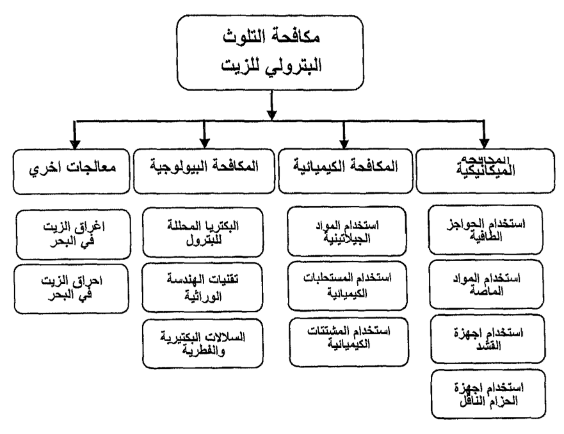
(البحر الأحمر _ البحر المتوسط _ البحر الأسود _الخليج العربي) وغيرها.

- استحداث طرق حديثة لمعالجة مخلفات الحفر البري وخاصة الوحل وذلك بجمع المخلفات ومزجها بمواد تعمل على تثبيتها كيميائيًا وفيزيائيًا مما يقلل من آثارها.
- التعاون في مراقبة السفن التي تزور الموانئ كما اقترحت المفوضية الأوربية والتعامل بقسوة مع السفن التي لا تستوفي مقاييس السلامة وتعتزم المفوضية منع السفن التي يزيد عمرها عن15 سنة من دخول موانئ بلدان الاتحاد الأوربي إذا احتجزت أكثر من مرتين في سنتين متتاليتين وتخطط المفوضية لنشر لائحة سوداء بهذه السفن كل ستة أشهر واستنكرت الاستعمال الواسع للأعلام الأجنبية على ناقلات البترول التي تستأجرها شركات أوربية لأسباب ضريبية.
- التوسع في إنشاء محطات لاستقبال النفايات الزيتية السائلة والصلبة والقمامة ومياه التوازن.
- تشديد الرقابة على الموانئ التي لا تطبق القوانين بشكل جاد على السفن التي تقصدها وضرورة إيجاد نوع من التنسيق الفعلي والفعال بين الجهات المعنية وضبط المخالفين.
- إلزام السفن بالإبلاغ عن نظيراتها المتسببة في التلوث أمام شواطئ المنطقة.

2- الإجراءات العلاجية لمكافحة التلوث بالزيت المنسكب

يمثل التخلص من بقع الزيت الكبيرة التي تتكون فوق سطح البحر عند غرق إحدى الناقلات أو تسرب البترول من أحد المنشأت البترولية البحرية مشكلة كبيرة لا يمكن معالجتها بسهولة فور حدوثها، وعملية تحلل بقع الزيت طبيعيا

بفعل الكائنات الدقيقة عملية شديدة البطء وتحتاج إلى وقت طويل لاستكمالها، ولذلك لا يمكن الاعتماد عليها في إزالة هذا التلوث. لذلك هناك العديد من انظمة مكافحة التلوث البترولي الحادث فمنها ما هو ميكانيكي وما هو كيميائي يعتمد على المواد الكيميائية لإزالة التلوث وما هو بيولوجي يعتمد على الكائنات الدقيقة. والشكل التالي يبين أهم طرق مكافحة التلوث البترولي للزيت المنسكب.



شكل 5-5 مخطط لطرق مكافحة التلوث البترولي للزيت

خامساً...السيطرة على ملوثات التربة البترولية

يعد تلوث التربة بالمواد والمشتقات البترولية أمر شديد الخطـورة علـى البيئة وذلك لعدة أسباب منها:

- تلوث التربة قد يؤدي إلى تلوث المياه الجوفية نتيجـة لتسـرب المركبات خلال التربة لتصل إلى المياه الجوفية في باطن الأرض.
- تلوث التربة بالمواد البترولية يؤدي إلى تدمير الأرض الصـالحة للزراعة ونقص مساحتها.
- صعوبة معالجة التربة الملوثة بالمواد البترولية والتكلفة العاليـة المطلوبة لإزالة التلـوث البترولـي والمـدة الزمنيـة الطويلـة المستغرقة في ذلك وخاصة بالنظم التقليدية للمعالجة.

يعتمد حجم التلوث البترولي للتربة على حجم الكميات البترولية التي يمكن أن تتسرب إلى التربة وعلى موقع حدوث التسرب. وهناك نـوعين مـن الإجراءات التي يمكن من خلالها التحكم في تلوث التربة بالمواد البترولية وأولها إجراءات وقائية لمنه حدوث التلوث أو على الاقل تقليل حدوثه ما امكن ذلك، وثانيهما إجراءات علاجية لإزالة التلوث بعد حدوثه.

1- الإجراءات الوقائية لمنع تلوث التربة بالمواد البترولية

وتشمل هذه الإجراءات عمل ما يلي:

- التحكم في عمليات الحفر والإنتاج للبترول الخام بما يضمن عـدم تسرب البترول أو تسرب سوائل وكيماويات الحفـر إلـى البيئـة المحيطة.

- التصميم الجيد لخزانات وصهاريج المصافي العلوية والمدفونة بالأرض وتطبيق كافة شروط المتانة والأمن والسلامة لهذه الخزانات.
- تطبيق وتفعيل كافة عمليات حماية الأنابيب البترولية والخزانات من التأكل والصدأ.
- وضع الخطط الوقائية الخاصة بالتسرب مموضع التنفيذ حال حدوثه مثل غلق المصادر حال اكتشاف أية تسربات.
- عدم رمي المخلفات البترولية الصلبة والزيوت المستهلكة على الأرض وتجهيز أماكن مصممة جيدة لحرقها وطمرها والتخلص البيئي السليم لها.

2-الإجراءات العلاجية لإزالة التلوث البترولي للتربة

تعتمد إجراءات إزالة التلوث البترولي الحادث للتربة على ما يلي:

- نوع المادة الملوثة للتربة.
- كمية المواد البترولية الملوثة التي تسربت للتربة.
- نوع التربة (هل هي مسامية منفذة للمواد الملوثة أم حاجزة لها).
- الظروف المحيطة بالتربة الملوثة مثل درجة الحرارة والرطوبة وشدة الإشعاع الشمسي وغيرها.
- المدة التي بقيت فيها المواد الملوثة بالتربة.
- نوعية الكائنات الحية الدقيقة الموجود بالتربة.
- نوعية الكائنات الحية المهددة بشكل مباشر من هذا التلوث.

تنحصر طرق إزالة التلوث البترولي من التربة بالعمليات الآتية:

(أ) كشط الطبقة الملوثة من التربة خاصة إذا كانت طبقة رقيقة وكمية التلوث صغيرة، بعد كشط التربة يمكن معالجة التلوث بالطرق الاتية:

- طرق المعالجة الكيميائية.
- طرق المعالجة البيولوجية.
- استخلاص الملوثات وإعادة تصنيعها مثلما هو حادث للمعادن
- حرق الملوثات في محارق خاصة.

(ب) إذا كانت كميات المواد الملوثة قليلة يمكن تجميعها وحرقها في حفر خاصة.

(ج) اذا كانت كميات المواد الملوثة يتم سحبها بواسطة الشاحنات ونقلها إلى معامل التكرير لمعالجتها.

(د) استخدام منظفات كيميائية أو مذيبات لإذابة المواد البترولية الملتصقة بالتربة والتخلص منها.

(هـ) جمع المواد الخطرة ودفنها في أمكن مخصصة لذلك.

(و) ردم الأراضي الملوثة.

(ز) استخدام المعالجة البيولوجية بالكائنات الدقيقة لمعالجة التربة واستهلاك المواد الملوثة لها.

ماكينة بيئية روسية لتنظيف التربة من الملوثات البترولية*

طور باحثون روس تقنية جديدة تستخدم في إعادة تأهيل التربة المتعرضة للتلوث بالمنتجات البترولية، وتؤمن إعادة عزق وفلاحة الأرض من جديد لغرض الإنتاج الزراعي. وتستند التقنية إلى أساس استخدام إفرازات البكتريا المجهرية الموضعية (الميكروفلورا Microflora) التي تنتج من الميكروبات الهيدروكربونية المؤكسدة بواسطة زرعها في مستنبتات خاصة محضرة لغرض تكاثرها. ويتم غرس هذه المواد في التربة باستخدام جهاز تم صنعه خصيصًا لتأدية هذه العملية أطلق عليه اسم الماكينة البيئية. Em - zm

ويمكن استخدام هذه الماكينة لمعالجة أنواع التربة الملوثة بما فيها الكائنة في أراضي المستنقعات حيث تؤدي عملها بفعالية عالية، كما تشير إلى ذلك تجربة استخدامها، وتقوم بالمعالجة الشاملة لهذه الأراضي. وتقوم الماكينة في آن واحد، خلال عملها، بإجراء حرث بسيط للتربة بهدف زيادة رخاوتها ونشر المواد التي زودت بها الأوعية الواقعة في الجزء الأسفل من الماكينة وهذه المواد تقوم بزيادة خصوبة التربة لكونها تقوم مقام السماد اللازم لذلك، وتخلط المواد مع بذور الحشائش التي تعمر لمدة سنة واحدة (الحولية) والتي تعمر لعدة سنوات؛ بالاضافة إلى خليط الميكروبات المستنبتة التي تقوم بتنظيف التربة من التلوث.

وحرث التربة الذي يؤدي إلى رخاوتها، له أهمية قصوى في السماح بتغلغل كمية كبيرة من الأوكسجين خلالها مما يؤثر بدوره على المنتجات البترولية الملوثة للتربة بأن يجعل توزيعها عليها أكثر تجانسًا. ونتيجة

لذلك تخلق ظروف مثالية أمام الكائنات الدقيقــة الحيـــة للقيـــام بـــاتلاف أو إجراء عملية تحلل الهيدروكربونات.

وتم تطوير التقنية الجديدة وكذلك الماكينة الأيكولوجية في شركة "ايكويل " Ecoil بالاشتراك مع المؤسسة العلمية الإنتاجية بريبور سيرفيس Pribor service الواقعة في مدينة تومسك المركز الصـــناعي جنـــوب شـــرقي سيبيريا في روسيا. وبينت تجربة استخدام الماكينة في المناطق الملوثـــة بالمواد البترولية المنتشرة في مقاطعات روسية عديدة، أنه أمكن خـــلال فترة موسم واحد معالجة الأرض من تقليل منســـوب البتـــرول والمـــواد البترولية سواء في التربة أو في المياه بمقدار يتراوح من 10 إلـــى 70 ضعفًا.

المصطلحات العلمية والملاحق والمراجع

قاموس المصطلحات العلمية

Glossary of Terms

A

المطر الحمضى (Acid Rain)

يحدث عندما تتفاعل أكاسيد الكبريت والنيتروجين المنبعثة من مصادر التلوث المختلفة (مثل مصادر حرق الوقود من المصانع ومحطات توليد القوى ووسائل المواصلات) مع بخار الماء فى الجو لتتحول إلى أحماض ومركبات حمضية ذائبة تبقى معلقة فى الهواء حتى تتساقط مع مياه الأمطار (أو الضباب أو الثلوج أو البرد) مكونة ما يعرف بالأمطار الحمضية التي تحتوي على نوعين رئيسيين من الأحماض القوية وهي حمض الكبريتيك وحمض النيتريك. ويتسبب المطر الحامضي في العديد من الأضرار البيئية.

الامتزاز (الادمصاص) Adsorption

هو أحد الخواص الفيزيائية للمواد؛ حيث تنتشر المواد القابلة للامتزاز على سطح المادة المازة، وهي إحدى الطرق المتقدمة لمعالجة المخلفات والملوثات بغرض إزالة بعض المواد العضوية من المياه أو الهواء باستخدام مادة نشطة سطحيًا مثل الكربون المنشط.

هوائي (Aerobic)

كائن حي قادر على العيش بوجود الأكسجين فقط، أو عملية تحدث فقط بوجود أكسجين جزيئي في الهواء أو أكسجين مذاب في الماء.

الهواء Air

هو الخليط من الغازات المكونة له بخصائصه الطبيعية ونسبه المعروفة،وهو الهواء الخارجي والهواء في الاماكن المغلقة.

تلوث الهواء Air Pollution

يصبح الهواء ملوثًا إذا حدث تغير في تركيبه ومكوناته الطبيعية أو دخلت عليه عناصر غريبة، سواء كانت هذه العناصر طبيعية أو كيميائية أو بيولوجية مثل الغازات أو الجسيمات أو الميكروبات، خلال فترة قصيرة أو طويلة بحيث تؤدي الي الحاق ضرر بحياة الإنسان أو الحيوان أو الكائنات الاخري أو الممتلكات الأقتصادية أو احدثت خللا بالنظام البيئي.

البيئة المائية Aquatic Environment

كل الأجسام المائية على الكرة الأرضية وبخار الماء في الجو، وتمثل البيئة البحرية والمياه الداخلية بما فيها المياه الجوفية ومياه الينابيع والوديان وما بها من ثروات طبيعية ونباتات وأسماك وكائنات حية أخرى وما فوقها من هواء وما هو مقام فيها من منشآت أو مشاريع ثابتة أو متحركة.

B

البكتريا Bacteria

وهي كائنات دقيقة وحيدة الخلية، يتكاثر معظم أنواعها بالانقسام الثنائي، وبالرغم من ذلك هناك أنواع من البكتريا تتكاثر بالتكاثر الجنسي أو بالتفرع.وحتي الآن يوجد آلاف الأنواع من البكتريا موجودة في الطبيعة، وعموما يندرج معظمها تحت ثلاث أنواع رئيسية تبعا لشكلها، وهي الكروية والأسطوانية (العصوية الشكل)، والحلزونية (اللولبية). وتعد البكتريا من اكثر الكائنات الممرضة في المياه الملوثة بمياه الصرف الصحي أو الصناعي وذلك لأن إعدادها في السنتيمتر المكعب الواحد تعد بالملايين وأنواعها بالآلاف، كما أن للبكتريا دور هام وأساسي في جميع عمليات المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي والصناعي.

مياه الإتزان (مياه الصابورة) Ballast Water

هو نظام لحفظ توازن السفن وهو ما يراعي عند تصميم السفينة حيث تحمل السفن وزنًا إضافيًا سائلاً يُسمي الصابورة. وبدون هذا السائل قد تنقلب سفينة الشحن الفارغة وتجنح في المحيط كقطعة الفلين.وتعد المياه الموجودة داخل صهريج على السفينة مصدرا للتلوث إذا كانت محتوياتها من الزيت تزيد على 15 جزءا فى المليون.

التراكم الحيوي Bioaccumulation

يسمى تراكم الكيماويات في خلايا الكائنات الحية بالتراكم الحيـوي، ويعتمـد مقدار التراكم الحيوي على النسبة بين معدل دخول المادة إلى خلايا الكـائن الحي ومعدل تكسيرها أو التخلص منها. فإذا قام كائن حي باستيعاب كميـة قليلة من المادة الملوثة فقد يكون قادرًا على التخلص منها بـدون حـدوث تراكم ملحوظ، ومع ذلك فإذا لم تكن الكائنات الحية قادرة على إزالة التلـوث من جسمها فسوف يحدث تراكم حيوي.

لتحلل الحيوي Biodegradation

التحلل البيولوجي هو تكسير مادة عضوية، مثل البترول بتأثير كائنات حيـة تعرف باسم الكائنات الحية الدقيقة وخصوصا البكتريا. وتتحلل بعض المـواد حيويا بصورة أسرع وبدرجة أكبر من المواد أخرى. وينـتج عـن التحلـل الحيوي الكامل للمواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي تكون المـاء وثـاني أكسيد الكربون. ويمكن أن تتحلل بعض المواد إلى جزيئات وسطية أصـغر. ويسمي ذلك بالتحلل الابتدائي. وعادة ما تكون تلك الجزيئات مركبات وسيطة في عملية التحلل الحيوي النهائي، ولكن يمكن في بعض الحالات أن تكـون قادرة على البقاء أو تكون أكثر سمية من المادة الملوثة الأصلية.

عمليات المعالجة البيولوجية Biological Treatment Processes

هي طرق وعمليات المعالجة التي يتم فيها الـتخلص مـن الملوثـات فـي المخلفات السائلة وذلك بفعل نشاط الكائنات الحيـة الدقيقـة الميكرسـكوبية (Microorganisms) . وتختص هذه المعالجة البيولوجية بإزالـة المـواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا عن طريق البكتريا سواء كانت هذه المواد العضوية غروية او ذائبة في مياه الصرف. وينتج من المعالجة البيولوجيـة غازات كنواتج نهائية والتي تنطلق الي الهواء الجوي ونواتج اخري تـدخل إلى خلايا الكائنات الدقيقة ومن ثم يسهل ترسيبها بعد ذلك.

الأكسدة البيولوجية Biological Oxidation

هو تكسير وهدم بألاكسدة للمواد العضوية بواسطة الكائنات الدقيقة، وتتمثل هذه العملية في التنقية الذاتية للمجاري المائية وفي المعالجـة البيولوجيـة لمياه الصرف الصحي ومعالجة الرواسب الصلبة (الحمأة).

الأكسجين الحيوي المستهلك Biological Oxygen Demand BOD

يعتبر الأكسجين الحيوي المستهلك من أهم الأختبارات التي تحدد كفاءة المعالجة البيولوجية، فقيمة الأكسجين الحيوي المستهلك تحدد بدقة قيمة الحمل العضوي الموجود في المياه (مقدار التلوث العضوي). ويعرف الأكسجين الحيوي المستهلك بأنه كمية الأكسجين الذي تستهلكه الكائنات الحية الدقيقة لأكسدة المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا ويقدر بالمليجرام لكل لتر.

المعالجة الحيوية Bioremediation

هي استخدام الكائنات الحية لتنظيف بقع الزيت البترولية أو إزالة الملوثات الاخري من التربة أو من الماء أو المجاري المائية أو لتنقية مياه الصرف وأيضًا استخدامها لمقاومة وإزالة الآفات الصحية والزراعية أو استعمالها كمضادات لأمراض الأشجار والنباتات والحيوانات.

C

مادة مسرطنة Carcinogen

أي مادة يمكن أن تسبب في إحداث أو تفاقم السرطان.

العامل المساعد (الحفاز) Catalyst

مادة تساعد على إسراع التفاعل الكيميائي دون أن تستهلك خلاله أو تدخل فيه.

الخلية Cell

هي وحدة التركيب والوظيفة في الكائنات الحية فجسم الإنسان مكون من اجهزة والأجهزة مكونة من أعضاء والأعضاء مكونة من أنسجة والأنسجة مكونة من خلايا.

الأكسجين الكيميائي المستهلك Chemical Oxygen Demand COD

ويعرف الأكسجين الكيميائي المستهلك بأنه كمية الأكسجين المطلوبة لأكسدة وتكسير المواد العضوية بالتفاعل الكيميائي.

ولهذا فإن الأكسجين الكيميائي المستهلك يعتبر قياس للمواد العضوية (القابلة للتحلل والتأكسد بيولوجيا وغير القابلة للتحلل بيولوجيا)، لذلك فقيمة الأكسجين الكيميائي المستهلك أكبر أو تساوي الأكسجين الحيوي المستهلك

ولا يمكن أن يكون الأكسجين الحيوي أكبر من الكيميائي.

التلوث الكيميائي Chemical Pollution

هو التلوث الذي يحدث للماء بفعل المركبات والمواد الكيميائية مما يغير من الخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للماء.

وينتج هذا التلوث غالبًا عن ازدياد الأنشطة الصناعية، أو الزراعية، بالقرب من المسطحات المائية، مما يؤدي إلى تسرب المواد الكيميائية المختلفة إليها.

تفاعل كيميائي Chemical Reaction

تغير يطرأ على المواد، ويشمل تكسير روابط وإعادة تكوين روابط كيميائية وتترتب فيها الذرات بطريقة ينتج عنها مواد جديدة تختلف في خصائصها عن المواد المتفاعلة.

عمليات المعالجة الكيميائية Chemical Treatment Processes

هي طرق وعمليات المعالجة التي يتم فيها إزالة أو تحويل ملوثات المخلفات السائلة عن طريق اضافة الكيماويات أو عن طريق التفاعلات الكيميائية، ومن أمثلة هذه العمليات الكيميائية الترسيب الكيميائي والأكسدة الكيميائية والادمصاص والتطهير الكيميائي وهذه العمليات السالف ذكرها من أكثر العمليات شيوعا في معالجة مياه الصرف.

الوقود النظيف Clean Fuels

مادة يمكن أن تستخدم كوقود بديل للقوود الملوث للبيئة كالجازولين أو الديزل أو الفحم، وتتميز هذه الماد بقلة انبعاث المواد الملوثة منها عند استخدامها.

تغير المناخ Climate Change

تغيرات في درجة حرارة الأرض وطبيعة الطقس عبر الزمن. ويربط الإجماع العلمي الآن ارتفاع الحرارة الحالي بالنشاطات البشرية مثل حرق أنواع الوقود الأحفوري، وتراكم تركيزات الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي.

D

إزالة التلوث Decontamination

هو إزالة المواد الضارة الملوثة سواء كانت كيماوية أو بيولوجية (كالكائنات الحية) أو فيزيائية كالمواد المشعة وذلك من الانظمة البيئية كالماء والهواء أو التربة أو من الاشخاص المعرضين للتلوث.

نظام الطفو الهوائي المذاب Dissolved Air Floatation(DAF)

هو أحد طرق المعالجة الفيزيائية لمياه الصرف الصناعية وفي هذا النظام يتم ملامسة الهواء لمياه الصرف تحت ضغط عال؛ مما يؤدي إلى إذابة الهواء. ويتم خفض الضغط على سطح المياه من خلال صمام ضغط خلفي ينتج عنه فقاقيع هواء تماثل حجم الميكرون تزيل المواد العالقة والزيوت من مجرى المياه الملوثة وإلى سطح الوحدة. ويتم كشط الرغوة من سطح المياه بعد المعالجة.

التخلص Disposal

حرق أو ترسيب أو حقن أو تصريف أي مخلفات أو نفايات أو مواد خطرة أو مشعة أو أحد مكوناتها في حالاتها الغازية أو السائلة أو الصلبة إلى أحد الأوساط البيئية (التربة أو الهواء أو المياه بما فيها المياه الجوفية) بطريقة مقصودة أو غير مقصودة، أو بطريقة مباشرة أو غير مباشرة..الخ.

E

الانبعاث Emission

هو تشتت المادة خارج منطقة التطبيق الفعلية، وقد يكون هذا التحرك الغير مرغوب فيه راجعا للانجراف، ويعبر أيضًا عن التلوث المنصرف في الغلاف الجوي من المداخن وغيرها من المنافذ، مثل مسطحات لوازم الأنشطة التجارية والصناعية ومواقد ومداخن المنازل ومواتير المركبات والقاطرات أو البخار المنطلق من الطائرات.

البيئة Environment

كل ما يحيط بالإنسان من ماء وهواء ويابسة وفضاء خارجي، وكل ما تحتويه هذه الأوساط من جماد ونبات وحيوان وأشكال مختلفة من طاقة ونظم وعمليات طبيعية وأنشطة بشرية.

تقييم التأثير البيئي (Environmental Impact Assessment)

هو عبارة عن دراسة يتم فيها تحليل والحكم على التأثيرات البيئة المختلفة (سواء كانت مؤقتة أو دائمة) لنشاط تنموي معين، ويتم إعداد هذه الدراسة في مرحلة التخطيط (أي ما قبل تنفيذ هذا النشاط). ويتم في تقييم التأثير البيئي بحث الخيارات المختلفة لتنفيذ هذا النشاط من حيث تأثيراتها المختلفة على مكونات النظام البيئي، ويشمل ذلك التأثيرات الكيميائية والفيزيائية والحيوية كم يشمل التأثيرات الاجتماعية.

الملوثات البيئية Environmental Pollutants

المواد الصلبة أو السائلة أو الغازية أو الأدخنة أو الأبخرة أو الروائح أو الضوضاء أو الإشعاع أو الحرارة أو الاهتزازات، وكل ما يؤدى بطريقة مباشرة أو غير مباشر إلى التلوث البيئي.

F

الجسيمات العالقة الدقيقة Fine Suspended Particulates

هي الجسيمات العالقة الدقيقة الحجم، وهذه الجسيمات صغيرة جدًا وقطرها اقل من 0.1 ميكروميتر، ومن الصعب ترسبها ولها حركة عشوائية وقد تتجمع مع بعضها البعض ليزداد حجمها الي اكثر من 1 ميكروميتر. ويصل عددها في الهواء النقي الي عدة مئات في السنتيمتر المكعب، اما في الاجواء الملوثة فيصل عددها الي اكثر من 100 الف في السنتيمتر المكعب. ولا تشكل هذه الجسيمات خطرا كبيرا على صحة الانسان، مع انها تصل الي الرئتين بسهولة، حيث تستطيع الرئتين نفثها أثناء الزفير.

كفاءة الوقود Fuel Efficiency

كمية الطاقة المفيدة والقابلة للاستخدام المنبعثة من حرق قدر معين من الوقود.

G

الانبعاثات الغازية Gaseous Emissions

مواد قد توجد على شكل أبخرة أو غازات أو أتربة أو متطايرة، والتي تنبعث من: (أ) مصادر ثابتة كالمصانع والكسارات والمحاجر وأعمال الهدم والبناء

ومحارق ومرادم النفايات. (ب) مصادرمتحركة كوسائل النقل المختلفة. (ج) مصادر طبيعية كالغبار والشوائب الدقيقة الناجمة عن الرياح والعواصف أو الانبعاثات الناجمة عن تسرب الغاز الطبيعي أو البراكين. (د) مصادر أخرى كالغازات الصادرة عن الأجهزة والمعدات الكهربائية، المبيدات، الأسمدة العضوية والكيميائية، التدخين، أجهزة التبريد وتكييف الهواء ومرذات الأيروسولات وغيرها.

ظاهرة تأثير البيت الزجاجي (Greenhouse Effect)

تأثير يحدث بسبب غازات متعددة تنبعث من مصادر التلوث (يطلق عليها مصطلح غازات البيت الزجاجي) بحيث تحدث تأثير غلاف حول الأرض يسمح بدخول أشعة الشمس فتعمل على تسخين الأرض فتنبعث من الأرض موجات حرارية (أشعة تحت حمراء) إلى الفضاء الخارجي، ولكن تمتص غازات البيت الزجاجي هذه الأشعة تحت الحمراء وتمنع خروج معظمها من الغلاف الجوي للفضاء الخارجي. ويشبه هذا التأثير التأثر الذي يحدثه البيت الزجاجي (أو الصوب الزراعية) في المزروعات للحفاظ عليها في درجات حرارة محددة. وقد تسببت ظاهرة البيت الزجاجي في حدوث ظاهرة الاحتباس الحراري.

H

الهيدروكربونات Hydrocarbons

الهيدروكربونات هي المركبات المكونة من عنصري الكربون والهيدروجين، مثل غاز الميثان CH4، والإيثان C2H2، والإثيلين C2H4 والبنزبيرين C2OH12. والهيدركربونات البترولية المسئولة عن تلوث الهواء تشمل الهيدروكربونات الخفيفة والمركبات العضوية المتطايرة VOCs.

I

المواد غير العضوية Inorganic Matter

وهي المواد التي لا يدخل في تركيبها عنصر الكربون مثل الرمل والزلط والاملاح والعناصرالثقيلة وتتميز هذه المواد الغير عضوية بانها ثابتة لا تتحلل.

L

المخلفات السائلة Liquid Wastes

المواد ذات الطبيعة السائلة وشبه السائلة الناتجة عن أنشطة المساكن أو المجمعات السكنية أو المحلات التجارية أو المؤسسات العامة والخاصة أو المطاعم أو المصانع والورش والمعامل، بما فيها مخلفات الصرف الزراعي والصناعي.

M

الكائنات الحية الدقيقة Microorganisms

هي كائنات حية نباتية أو حيوانية من الصغر بحيث يمكن رؤيتها فقط من خلال المجهر، مثل البكتيريا، والخمائر، والطحالب، وأحاديات الخلايا. وتفيد بعض الكائنات الدقيقة في حين أن البعض الآخر يشكل خطرا على صحة الإنسان. ويختلف كل نوع من هذه الكائنات الحية في التركيب والوظيفة والسلوك، ووضع الكائن الحي في المنظومة البيئية، والذي نعني به درجة تأثره وتأثيره في البيئة من حوله ودرجة اهميته او خطورة وجوده في النظام البيئي.

O

بقعة الزيت Oil Spill

إطلاق متعمد أو غير متعمد (عرضي) للبترول إلي الكتل المائية بسبب الحوادث كحوادث الناقلات أو بسبب تأكل الانابيب أو غيرها من أسباب التسرب البترولي. وقد يكون الإطلاق إلى غير الكتل المائية كالتسرب إلى التربة.

المواد العضوية Organic Matter

وهي المواد التي يدخل في تركيبها عنصر الكربون وتحتوي إيضًا على الهيدروجين وقد تحتوي على الأكسجين والنتروجين ومن أمثلة هذه المواد النشويات والدهون والبروتينات، والمواد العضوية قابلة للتحلل الي مواد أخرى بسيطة وإلى غازات بواسطة البكتريا والكائنات الحية الدقيقة.

أوزون – (Ozone)

جزيء مبنى من 3 ذارت أكسجين وينتج من نشاط الأشعة الفوق بنفسجية على جزيئات الأكسجين. وتكون طبقة الأوزون موجودة في الجو على ارتفاع15–30 كم. وأهمية طبقة الأوزون في أنها تحد من وصول الأشعة الفوق البنفسجية إلى الكرة الأرضية وتحمي الأرض من تأثيراتها الضارة.

P

الجسيمات Particulates

تعرف الجسيمات بأنها ما يحمله الهواء من دقائق صلبة أو سائلة تنطلق إليه من مصادر عديدة بأحجام وأشكال وألوان مختلفة وبتركيب كيميائي مختلف. وتنتج الجسيمات إما من مصادر طبيعية أو من أنشطة الأنسان المختلفة.

رقم(قيمة) الاس الهيدروجيني pH value

هو اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين في سائل ما، وهو تعبير على تركيز ايونات الهيدروجين في المحلول اي مقياس الحموضة والقلوية، وهذه القيمة تبدأ من صفر الي 14 .

حمل التلوث Pollution Load

هو كمية الملوث مقدرة بوحدات الوزن (ملجم – جم – كجم – طن) التي تنبعث إلى البيئة الخارجية خلال فترة زمنية محددة. وعادة ما تستخدم الوحدات الصغيرة نسبيًا للتعبير عن أحمال الملوثات فى العينات التى يتم سحبها على مدى زمنى قصير لإغراض القياس (ملجم/دقيقة – جم/ساعة)، أما الوحدات الكبيرة فيتم استخدامها للتعبير عن أحمال التلوث على مدى زمني طويل نسبيًا مثل (كجم/شهر – طن/سنة).

تلوث المصدر المحدود Pollution of Limited Source

هو مصدر التلوث الذي تنبعث منه بعض الملوثات، مثل أنبوب المجاري الذي يطرح ماء متسخًا في نهر من الأنهار، من نقطة محدودة أو مكان محدد، ويعرف هذا بتلوث المصدر المحدود.

تلوث المصدر اللامحدود Pollution of Unlimited Source

هو مصدر التلوث الذي تنبعث منه بعض الملوثات من مناطق واسعة، ففي مقدور الماء الجاري في المزارع أن يحمل معه المبيدات والأسمدة إلى الأنهار، كما أن بإمكان مياه الأمطار أن تجرف الوقود والزيت والأملاح من الطرق ومواقف السيارات، وتحملها إلى الآبار التي تزودنا بمياه الشرب. ويسمى التلوث الصادر عن مثل هذه المناطق الواسعة بتلوث المصدر اللامحدود.

منع التلوث Pollution Prevention

هي الإجراءات التي تتخذ لإيقاف انبعاث أية من العوامل الملوثة التي يمكن أن تسبب تلوث للبيئة من أي مصدر باعث لهذه العوامل. ويمكن أن يشمل منع التلوث أيضًا الإجراءات التي تتخذ للحد من مستويات انبعاث العامل الملوث وتخفيضه إلى أدنى مستوى ممكن إذا كان إيقافه كليًا غير ممكن.

مصادر التلوث Pollution Sources

أي منشأة أو نشاط يحتمل أن يكون سببًا مباشرًا أو غير مباشر للتلوث البيئي أو التدهور البيئي.

حماية البيئة Protection of Environment

هو المحافظة على البيئة وعلي مكوناتها وخواصها وتوازنها الطبيعي ومنع التلوث أو الإقلال منه أو مكافحته، والحفاظ على الموارد الطبيعية وترشيد استهلاكها وحماية الكائنات الحية التي تعيش فيها، خاصة المهددة بالانقراض، والعمل على تنمية كل تلك المكونات والارتقاء بها..

R

إعادة التدوير (Recycling)

طريقة لاسترجاع المواد النافعة (الممكن اعادة استخدامها مرة أخري) من المخلفات بحيث يتم فصل هذه المواد ومعالجتها (إذا تطلب الأمر) ثم إعادة تصنيعها. ويحقق إعادة التدوير العديد من الفوائد الاقتصادية والبيئية، وذلك باسترجاع كميات من المخلفات، كان يتم التخلص منها، واستغلالها اقتصاديًا كما يعمل ذلك على توفير جزء من الثروات التي تستخرج من باطن الأرض من البترول والمعادن.

S

الحمأة (رواسب صلبة) Sludge

نفايات صلبة أو شبه صلبة أو سائلة أو مترسبة في قاع الخزانات أو الصهاريج أو الحاويات، أو كالتي تنتج عن عمليات معالجة مياه الصرف الصحي المنزلي أو التجاري أو الصناعي، أو مياه الشرب، أو من أجهزة التحكم في تلوث الهواء.

المخلفات الصلبة Solid Wastes

المواد الصلبة أو شبه الصلبة التي تخلف عن الأنشطة البلدية أو الصناعية أو الزراعية أو المستشفيات أو مخلفات الهدم والبناء وغيرها من المخلفات، ويتم التخلص منها عند مصدر تولدها كمخلفات ليست ذات قيمة، وإن كان من الممكن أن يكون لها قيمة في موقع آخر أو ظروف أخرى بما يوفر الأوضاع المواتية لعمليات إعادة الاستخدام أو التدوير.

تلوث التربة Soil Pollution

تلوث التربة يعني دخول مواد غريبة في التربة أو زيادة في تركيز إحدي مكوناتها الطبيعية أو نقصها مما يؤدي إلي التغير في التركيب الكيميائي والفيزيائي للتربة.وايضا ولكن إذا وجد ما يخل بوظائف التربة عن أداء مهامها فهو يعتبر تلوث للتربة واجهاد لها. وهذه المواد التي يطلق عليها ملوثات التربة قد تكون مبيدات أو مواد واسمدة كيميائية أو امطار حمضية ساقطة أو نفايات صناعية أو نفايات وفضلات منزلية أو النفايات المشعة.

الحمل النوعي للتلوث Specific Pollution Load

هو يمثل معدل صدور الملوثات بوحدات الوزن بالنسبة لحجم النشاط، ويمكن التعبير عن الحمل النوعي للتلوث بوحدات (جم ملوث / طن إنتاج) أو (كجم ملوث / طن وقود).. الخ؛ حيث يتم اختيار الوحدات المناسبة لكل نوع من أنواع النشاط. ويتم تقدير الحمل النوعي للتلوث بقسمة كمية الملوثات المنبعثة خلال فترة زمنية معينة على حجم النشاط خلال نفس الفترة مثل حجم الإنتاج أو حجم الاستهلاك.

T

أسلوب (تكنولوجيا) المعالجة Treatment Technology

أية عملية أو تقنية يقصد بها تنقية المياه أو الهواء أو التربة أو اية وسط بيئي من الملوثات.

W

تصريف المخلفات Waste Discharge

تسريب أو ضخ أو انبعاث أو رمى مخلفات بما في ذلك النفايات الخطرة إلى أو على أو في أي أرض أو ماء أو هواء، سواء كان ذلك بصورة مقصودة أم غير مقصودة.

تدوير المخلفات Waste Recycling

الاستخدام الفعال أو إعادة الاستخدام للنفايات كبديل لمنتج تجارى، أو استخدام النفايات كمادة أولية أو جزء منها في عملية صناعية، أو استصلاح جزء مفيد من مادة النفايات، أو إزالة ملوثات من النفايات لتصبح صالحة لإعادة الاستخدام.

معالجة المخلفات Waste Treatment

طريقة أو تقنية تستخدم لتغيير الصفات الفيزيائية أوالكيميائية أو البيولوجية للمخلفات، وتستعمل لتقليل أضرار المخلفات، أو الاستفادة من المواد أوالطاقة الموجودة فيها، أو المتحررة منها، أو تستعمل لتحويل المخلفات الخطرة إلى نفايات غير خطرة، أو اقل خطورة أو أكثر أمانًا عند النقل أو التخزين أو التخلص أو تهيئتها بغرض تخزينها أو التقليل من حجمها.

تلوث الماء Water Pollution

يقال ان الماء ملوث اذا ما احتوي على مواد غريبة سائلة أو صلبة عضوية أو غير عضوية ذائبة أو غير ذائبة أو كائنات دقيقة، وتغير هذه المواد من الخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للماء، خلال فترة قصيرة أو طويلة بحيث تؤدي الي الحاق ضرر بحياة الإنسان أو الحيوان أو الكائنات الاخري التي تستخدم او تتعامل مع الماء، او ان يؤدي هذا التلوث الي ان يصبح الماء غير صالح للاستهلاك المنزلي أو في الزراعة أو في الصناعة.

الملاحـــق

جدول 1

معدل انبعاث الملوثات من أنواع الوقود المختلفة

الوقود	مقدار الملوثات (كجم/كجم وقود)			
	ثاني أكسيد الكربون	أول أكسيد الكربون	ثاني أكسيد الكبريت	أكاسيد النيتروجين
المازوت	3.16940	0.000400	0.0400	0.005640
السولار	3.08137	0.000360	0.0152	0.001487
الغـــــــاز الطبيعي	2.01000	0.000042	0.0000	0.001250

جدول 2

نتائج التحليل المطلق للمازوت (نسبة مئوية للوزن)

المكونات	النسبة المئوية للوزن
الكربون	%86.0
الهيدروجين	% 10.5
الكبريت	%3.0
الاكسجين	%0.05
النتروجين	%0.05
الرطوبة	%0.2
الرماد	%0.2
الاجمالي	%100
المصدر: دليل الرصد الذاتي لوحدات توليد الطاقة جهاز شئون البيئة المصري	

جدول 3

أهم المواد الكيميائية الخطرة المتداولة في الصناعة البترولية

التأثيرات الصحية	نوع الاستخدام	الصيغة الكيميائية	اسم المادة	م
مهيج عند استنشاق ابخرته	استخدام معملي	CH_3CN	Acetonitrile	1
يسبب حساسية للجلد والعين عند التعرض لابخرته	معملي+صناعي	NH_4NO_3	Ammonium Nitrate	2
مهيج للجهاز التنفسي عند استنشاق ابخرته	معملي+صناعي	NH4SCN	Ammonium Thiocyanite	3
مهيج	معملي+صناعي	NH3 in Water	Ammonia Solution	4
سام جدا للجهاز الهضمي والتنفسي والجلد	معملي+صناعي	As	Arsenic (Metal)	5
سام جدا للجهاز الهضمي والتنفسي والجلد	معملي+صناعي	As_2O_3	Arsenic Trioxide	6
مؤذي ويسبب العقم	معملي+صناعي	$C_6H_5NH_2$	Aniline	7
سامة ومهيجة	معملي	-	Barium and its compounds	8
يحرق ويقرح الجلد	معملي	$BaSO_4$	Barium Sulfate	9
يحرق ويقرح الجلد	معملي+صناعي	Br_2	Bromine	10
مهيج للجلد وسام للجهاز الهضمي والتنفسي ومسرطن	معملي+صناعي	C_6H_6	Benzene	11

سام ومسرطن	معملي	$C_{12}H_{12}N_2$	Benzidine	12
سام ومهيج	معملي	C_6H_5CHO	Benzaldehyde	13
سام للجهاز الهضمي والتنفسي	معملي	$CdSO_4$	Cadmium Sulfate	14
سام ومسرطن	معملي+صناعي	CCl_4	Carbon Tetrachloride	15
سام ومهيج ويسبب تلف للخلايا	معملي+صناعي	Cl_2	Chlorine	16
سام ومهيج	معملي+صناعي	$CHCl_3$	Chloroform	17
سام ومهيج للجلد والعين والجهاز التنفسي	معملي+صناعي	C_6H_{12}	Cyclohexane	18
سام ومهيج للجلد والعين والجهاز التنفسي والهضمي	معملي+صناعي	$HCHO$	Formaldehyde	19
تالف لانسجة الجسم ومؤذي للجهاز التنفسي والعين	معملي	-	Lead and its compounds	20
خطر جدا وسام وتالف للجهاز العصبي	معملي	-	Mercury and its compounds	21
سام وتالف للبصر ويسبب العمي	معملي+صناعي	CH_3OH	Methanol	22
سام وتالف للانسجة	معملي+صناعي	$NO_2C_6H_4OH$	Nitrophenol	23
حارق وسام وتالف للانسجة	معملي+صناعي	HNO_3	Nitric Acid	24
مخدش وتالف للانسجة	معملي+صناعي	$H_2C_2O_4$	Oxalic Acid	25
سام وتالف	معملي+صناعي	C_6H_5OH	Phenol	26

للانسجة				
سام جدا وحارق ومقيح للجلد	معملي+صناعي	H_3PO_4	Phosphoric Acid	27
عامل مؤكسد قوي وتالف للانسجة	معملي	$KClO_3$	Potassium Chlorate	28
عامل مؤكيد قوي وتالف للانسجة	معملي	K_2CrO_4	Potassium Chromate	29
مؤكسد قوي وتالف للانسجة	معملي	$K_2Cr_2O_7$	Potassium Dichromate	30
سام جدا ومميت	معملي+صناعي	KCN	Potassium Cyanide	31
سام للجهاز الهضمي والجلد	معملي+صناعي	C_5H_5N	Pyridine	32
حارق	معملي+صناعي	Na	Sodium (Metal)	33
حارق وتالف للانسجة	معملي+صناعي	H_2SO_4	Sulfuric Acid	35
سام جينيا ويؤثر على الجهازين الهضمي والتناسلي	معملي+صناعي	$C_5H_5CH_3$	Toluene	36

جدول 4

قائمة النفايات الخطرة لوزارة البترول المصرية

م	نوعية المخلفات
1	الطفلة ذات القاعدة الزيتية الحاملة للصخور المفتتة
2	مخلفات الزيوت والدهون مثال(زيوت المضخات –زيوت الفرامل- زيوت الالات –زيوت التعشيق- زيوت العزل- المواد الصلبة والحمأة الناتجة من فصل الماء/الزيت).
3	مخلفات نواتج التنظيف وازالة الشحوم وصيانة الماكينات.
4	المخلفات السائلة الحمضية (مثل حمض الكبريتيك)
5	المخلفات السائلة القلوية (مثل هيدروكسيد الصوديوم- الامونيا)
6	الكربون المنشط المستهلك
7	الدهانات والورنيشات واحبار الطباعة التي تحتوي على المذيبات
8	المواد اللاصقة والغراء ومواد اللحام التي تحتوي على المذيبات
9	مخلفات المعامل الكيميائية
10	مخلفات التركيبات الكهربائية والاليكترونية الخردة والتي تضم على بطاريات تحتوي على رصاص او كادميوم
11	البطاريات التي تحتوي على رصاص او كادميوم والبطاريات الغير مصنفة
12	مخلفات الهدم ومواد العزل –المرشحات والمواد التي تحتوي على اسبستوس
13	راتنجات التبادل الايوني المشبعة والمستهلكة
14	مخلفات المذيبات العضوية
15	مخلفات تنظيف تنكات النقل والتخزين التي تحتوي على كيماويات او زيوت
16	المواد الماصة واقمشة التنظيف –مواد المرشحات والملابس الواقية الملوثة بمخلفات خطرة او مواد خطرة
17	العبوات التي تحتوي على مخلفات خطرة او مواد خطرة
18	مخلفات السبائك المعدنية التي تحتوي على المعادن الثقيلة مثل الكادميوم او الرصاص
19	مخلفات المواد الخطرة التي انتهي الغرض من استخدامها
20	مخلفات العوامل الحفازة المحتوية على كروم والفحم المنشط والناتجة عن انتاج الايثيلين والبولي ايثيلين

المراجع العربية

1- الأستاذ الدكتور/ محمد محمود السكري، تقرير عن العمليات الصناعية البترولية، معهد بحوث البترول 1998.

2- التلوث البحري ووسائل مكافحته د/ أسامة محمد ابو الدهب 1992.

3- تقنية النفط والغاز د/ وسام قاسم الشالجي 1992، معهد النفط بالعراق.

3- الكيمياء البيئية أحمد السروي الدار العالمية للنشر 2007.

4- الهندسة البيئية د/ فاضل حسن أحمد -جامعة عمر المختار – ليبيا 2005.

5- معالجة مياه الصرف الصناعي – أحمد السروي.دار الكتب العلمية 2006.

6- المدخل الي العلوم البيئية سامح غريبة ويحي الفرحان عمات الاردن 1987.

7- مجلة عالم الكيمياء – شعبة الكيمياء – نقابة المهن العلمية – اعداد مختلفة.

8- المعالجة الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف الدار العالمية للنشر 2008.

9- -الملوثات المائية (المصدر – التأثير – التحكم والعلاج) أحمد أحمد دار الكتب العلمية للنشر 2007.

10- المعالجة البيولوجية لمياه الصرف مكتبة الدار العلمية، أحمد السروي 2008.

References

1- Environmental Control in Petroleum Engineering John C.Reis 1999.

2- Environmental Technology in the Oil Industry ،Stefan T. Orszulik، 2007، Springer

3- American Petroleum Institute، U.S. Oil and Natural Gas Industry's Environmental Expenditures: 1993–2002، January 28، 2004.

4- Minimizing Environmental Problems from Petroleum Exploration، EPA 1990.

5-Handbook of Petroleum Refining Processes av Robert A. Meyers، 2008، McGraw-Hill Professional

6- Air Pollution by Jeremy Colls Taylor & Francis Publisher 2002.

7- Environmental Chemistry B.Venkateswarlu -Kalayani Publisher 2000.

8- Water Pollution Causes، Effect and Control PK.GOEL New age International limited publisher1997.

9-Chemical Principles of Environmental Pollution by Brian John Alloway، David C. Ayres 1997

تم بحمد الله

المحتويات

الفصل الثاني

الملوثات البترولية

الفصل الثالث

التلوث الناتج عن مراحل الصناعة البترولية

الفصل الرابع

التأثيرات البيئية والصحية للملوثات البترولية

الفصل الخامس

التحكم والسيطرة على الملوثات البترولية

اطلب مجموعة كتب مهارات تطوير الآداء

1. مهارات العمل الجماعي.	كيف تكون عضوًا فعالاً في مجموعتك؟
2. مهارات قيادة الآخرين.	كيف تكون قائدًا متميزًا في عملك؟
3. مهارات التفاوض.	كيف تحصل على ما تريد؟
4. مهارات بناء الفريق.	كيف تكون فريق عمل ؟
5. مهارات تنظيم إدارة الوقت.	كيف تدير وقتك بكفاءة؟
6. مهارات الاتصال الفعال.	فن الاستماع والحديث.
7. مهارات تقديم الاستشارات.	الاتجاهات والمسئوليات والمهام.
8. مهارات التفكير والابتكاري الإبداعي.	كيف تكون مبدعًا؟
9. مهارات إدارة الأزمات.	الأزمة بين الوقاية منها والسيطرة عليها.
10. مهارات تعليم الكبار.	الطريق إلى التعليم المستمر.
11. مهارات إدارة الآداء.	معايير وتطبيقات الجودة الشاملة في الآداء.
12. مهارات إدارة العلاقات العامة.	الاتجاهات والمفاهيم الحديثة.
13. مهارات الإرشاد أثناء الإشراف.	التوجيه أثناء العمل.
14. مهارات التفكير والتخطيط الأستراتيجي.	الاستراتيجيات الحديثة في البيع.
15. مهارات العرض والتقديم.	كيف تستحوذ على انتباه الآخرين؟
16. مهارات الاعتماد على النفس.	تعبئة الموارد الفردية والجماعية.
17. مهارات التوعية والإقناع.	الإعلام والتنمية والعالم.
18. مهارات تحديث ونقل الخبرة.	كيف تحقق العملية التنظيمية تعلم الخبرة؟
19. مهارات إدارة الضغوط	السيطرة والتحكم في الضغوط
20. مهارات إدارة الحوار.	المناقشة الجماعية المركزة (F.G.D)
21. مهارات التفويض الفعال.	هل تفوض المسئوليات أم المهام؟
22. مهارات إدارة الصراع.	الصراعات الإدارية وتأثيراتها على الآداء.
23. مهارات السلوك الإنساني.	متطلبات التحديث المستمر للسلوك
24. مهارات اتخاذ القرار.	الإبداع والابتكار في حل المشكلات.
25. مهارات إدارة الاجتماعات.	أهمية الاجتماعات في إدارة منظمات الأعمال.
26. مهارات تشغيل وصيانة العقول.	إدارة وبرمجة العقول البشرية.
27. مهارات القراءة السريعة الفعالة.	القراءة فى عصر الانفجار المعلوماتي.
28. مهارات البرمجة اللغوية العصبية.	كيف تتواصل مع الآخرين؟
29. مهارات إدارة الحرب النفسية.	الحروب التنافسية في السياسة والاقتصاد.
30. مهارات مقاومة ومواجهة الفساد.	دور الشفافية والمسألة والمحاسبة في محاربة الفساد.
31. مهارات التعامل مع الجمهور والآخرين	سلوكيات التعامل والتواصل مع الآخر.

اطلب موسوعة التدريب

أحدث المفاهيم والخبرات والتطبيقات

العلمية في مجال التدريب

(اطلبها تصل إليك فوراً)

1- التدريب، الأسس والمبادئ.
2- دراسة الاحتياجات والتخطيط وللتدريب.
3- المعينات السمعية والبصرية.
4- أساليب المشاركة الفعالة في التدريب.
5- تصميم وإعداد المناهج التدريبية.
6- إنتاج وكتابة المواد التدريبية.
7- الإشراف على التدريب.
8- إدارة وحدات ومراكز التدريب.
9- مهارات التدريب أثناء العمل.
10- متابعة وتقييم التدريب.
11- إدارة الجودة الشاملة في التعليم والتدريب.
12- مهارات المدرب الفعال.
13- تسويق التدريب.
14- التدريب بين النظرية والتطبيق.

سلسلة تطوير الأداء التربوي

1. مهارات التعلم السريع.
2. مهارات إدارة الأزمات التربوية.
3. مهارات إدارة الفصول الدارسية.

سلسلة الهندسة الإدارية

1- إدارة التكنولوجيا.
2- الهندسة القيمية.
3- إدارة المشروعات الصغيرة.
4- إدارة الإنتاجية (إنتاجية العمالة فى صناعة الخدمات).

مجموعة العلوم البيئية

1- الحفاظ على البيئة يبدأ من المنزل (مترجم).
2- إدارة وحماية البيئة.

سلسلة تطوير الأداء الاجتماع

1- مبادئ علم الاجتماع والاجتماع الريفي.
2- مهارات البحث السريع بالمشاركة.
3- بناء القدرات.
4- التسويق الاجتماعي.

سلسلة تطوير الأداء البيعي

1- مهارات البيع.
2- استراتيجيات خدمة العملاء.
3- إدارة الموارد البشرية في مجال البيع.
4- المهارات التسويقية.

موسوعة تنمية الموارد البشرية

1- الاتجاهات الحديثة في إدارة الموارد البشرية.
2- الإطار القانوني والتنظيمي للموارد البشرية.
3- المسار الوظيفي والأداء والجدارة والأجور.
4- إدارة الجودة الشاملة ومقياس الأداء.

سلسلة الجودة

1- أسس ومبادئ الجودة.
2- الجودة في خدمة العميل.
3- الجودة في التعليم.
4- الجودة في التدريب.
5- نظم الجودة في المختبرات.
6- الجودة في الإرشاد.

الملفات التدريبية

1- تنمية المرأة والنوع الاجتماعي.
2- الدعوة.
3- رفع القدرات المؤسسية للجمعيات الأهلية.
4- تطوير الشراكة والتداخل عبر الشبكات.
5- الحكم الداخلي.
6- كتابة مقترحات التمويل.
7- دليل مهارات العمل مع المتطوعين.
8- دليل كتابة التقارير.

موسوعة الإدارة

1- الإدارة الحديثة.

سلسلة التعاونيات

1- إدارة الموارد البشرية في التعاونيات.

سلسلة كتب الذكاء وإدارة الأداء

1- الذكاء الاجتماعي والعاطفي.
2- الذكاء الروحي.
3- الذكاء السياسي.
4- ذكاء الأعمال.
5- الذكاء الاصطناعي.
6- الذكاء الابتكاري.

Date: 16/8/201

الذكاء الاجتماعي والحياة

1- الذكاء الاجتماعي وإدارة العلاقات الزوجية.

2- الذكاء الاجتماعي والعلاقات الأسرية.

3- الذكاء الاجتماعي والصحة النفسية للأنسان.

4- الذكاء الاجتماعي وقبول الآخر (التنوع) ورفض التعصب.

نبذة عن كتاب

اصبحت البشرية تعتمد على البترول ومشتقاته في سبيل الحياة حتى في توفير الغذاء مما جلب مع هذا التغير مخاطر كثيرة تهدد صحة الانسان والبيئة ومصادر الحياه(الماء، الهواء والتربة) بفعل تعمق مخاطر تلوث البيئة نتيجة الاستخدام المفرط لمصادر الطاقة ومنها البترول.

فالبترول له تأثير ملحوظ على الانسان من الناحية البيئية والإجتماعية والصحية، وذلك من الحوادث والنشاطات الروتينية التي تصاحب استخراجه وإنتاجه ونقله وتشغيله واستهلاكه. مما يستلزم منا العمل علي الاقلال من التأثيرات البيئية والصحية لصناعة البترول , وهذا يتأتي بالفهم العميق لطبيعة التلوث البيئي بالبترول والمنتجات البترولية خلال مراحل هذه الصناعة الهامة بدأ من استخراجه ومرورا بتكريره وتصنيعه ونقله وانتهاء باستهلاكه.

ومن هنا كان الدافع من أعداد هذا الكتاب وهو اعطاء صورة علمية وعملية واضحة لمخاطر التلوث البترولي والمخاطر البيئية والصحية لصناعة البترول , معطيا امثلة تطبيقية للتحكم والسيطرة علي هذا التلوث وطرق واساليب مكافحته والحد من مخاطره.

ونرجو من الله عزوجل ان يجد العاملين في قطاع البترول وحماية البيئة من مهندسين وكيميائيين وفنيين ومشغلين ما يعينهم عل[illegible] علي بيئتهم نظيفة امنة وان يكون عونا لهم في تجنب الم[illegible]حية المتعلقة بهذه الصناعة.

كما اتمني ان يجدوا في هذا الكتاب ما يمكنهم لم[illegible]هد والاجتهاد لرفع مستوي مشاريع حماية البيئة داخل و[illegible]ات البترولية في مصر والعالم العربي.